

(19) Japanese Patent Office (JP) (12) **PATENT PUBLICATION** (A) (11) Patent publication number
 Patent Publication Hei 6-18707
 (43) Publicized date: Heisei 6 year (1994) January 28

(51) Int.Cl. ⁵	ID Code	Office control number	FI	Location to show technology
G02B 5/02	A	9224-2K		
6/00	331	6920-2K		
G02F 1/1335	530	7408-2K		

Examination request: not requested
 Number of claims: 5 (total 17 pages)

(21) Application number:
 Patent Application Hei 4-196288

(22) Date of filing:
 Heisei 4th year (1992) June 30

(71) Applicant: 000002897
 Dainippon Printing Co., Ltd.
 1-1-1 Ichigaya Kagacho, Shinjuku-ku,
 Tokyo

(72) Inventor: Toshikazu Nishio
 Dainippon Printing Co., Ltd.
 1-1-1 Ichigaya Kagacho, Shinjuku-ku,
 Tokyo

(72) Inventor: Sadayuki Yamashita
 Dainippon Printing Co., Ltd.
 1-1-1 Ichigaya Kagacho, Shinjuku-ku,
 Tokyo

(72) Inventor: Hiroyuki Amamiya
 Dainippon Printing Co., Ltd.
 1-1-1 Ichigaya Kagacho, Shinjuku-ku,
 Tokyo

(74) Attorney: Hisao Kamata, Patent agent

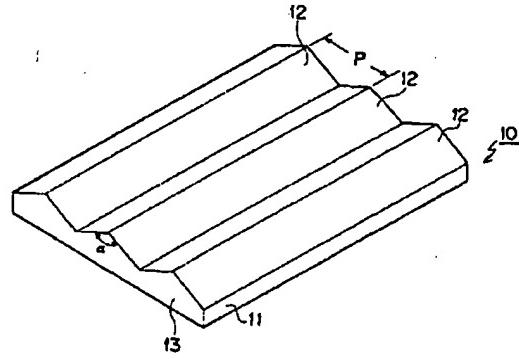
Continued to the last page.

(54) [Title of the invention] Lenticular lens, surface light source and liquid crystal display device

(57) [Summary]

[Objective] To obtain bright light emitting surface without increasing electric power usage and amount of heat generation.

[Constitution] It is lenticular lens 10 wherein prism shape unit lens sections 12 comprising triangular prism are formed in large quantity so that major axes are mutually parallel, on one side of the surface of light transmitting substrate 11, and flat surface 13 is formed on the other side of the light transmitting substrate 11, and summit angle α of the unit lens sections 12 is set at 95° or more and 100° or less.



[Claims]

[Claim 1] In lenticular lens wherein prism shape unit lens sections comprising triangular prisms are formed in large quantity on one side of the surface of light transmitting substrate so that their major axes directions are mutually parallel, and flat surface is formed on the other surface of said light transmitting substrate; lenticular lens which is characterized by setting summit angle of said unit lens section to be 95 degrees or more and 110 degrees or less.

[Claim 2] In lenticular lens which is composed with a light transmitting substrate wherein both surfaces are formed to be flat surfaces, and a lens layer which is laminated on one side of said light transmitting material and comprises light transmitting material wherein prism shape unit lens sections comprising triangular prisms are formed so that their major axes directions are mutually parallel in large quantity; lenticular lens which is characterized by setting summit angle of said unit lens section to be 95 degrees or more and 110 degrees or less.

[Claim 3] Lenticular lens which is described in Claim 1 or Claim 2 and characterized that both or one of said light transmitting substrate or said lens layer has isotropic light diffusion property or an isotropic light diffusion layer is formed on one side of said light transmitting substrate or said lens layer.

[Claim 4] Surface light source which is characterized that it contains, a light guide plate comprising light transmitting flat plate, a linear light source which is located adjacent to both sides or one side of side end surfaces of said light guide plate, an isotropic light diffusion layer which is laminated to the surface of said light guide plate, and a lenticular lens which is described in said

Claim 1 or said Claim 2, and its surface is the diffused light emitting surface.

[Claim 5] Liquid crystal display device which is characterized by containing a transmission type liquid crystal display element and a surface light source being described in said Claim 4 which is located behind said liquid crystal display element.

[Detailed explanation of the invention]

[0001]

[Application field in industry] This invention concerns triangle prism type lenticular lens, surface light source using that lenticular lens, and liquid crystal display device using that surface light source.

[0002]

[Prior technology]

[0003] As liquid crystal display devices, those which use direct underneath type or edge light type diffusion surface light source have been known (such as Patent Publication Hei 2-284102, Patent Publication Shou 63-318003, and Patent Publication Hei 3-92601). With these surface light sources, lenticular lenses are used wherein many triangle prism type unit lenses are located in parallel are used, in order to uniformly and isotropically diffuse emitting light within desired range of angle. As previous lenticular lenses, those which have summit angle of unit lens $\alpha = 60^\circ$ and 90° have been used. When this lenticular lens is used in a combination with a matt finish transparent diffusion plate (matt finish transparent sheet), it has been at least able to effectively distribute light energy of light within desired angle range, and obtain highly uniform and isotropic diffused light within that angle range, compared to those which simply use matt finish transparent diffusion plate.

[Problems to be solved by this invention] However, above described previous technology is not able to prevent a phenomenon that a part of light deviates from said angle range (generation of side robe in angular distribu-

tion of transmitting light intensity). These loss of light is not used in liquid crystal display, thus it is an obstacle for realizing clear images while taking an advantage of liquid crystal display which is low power usage for liquid crystal display, especially color system. If output of light source is increased in order to solve this problem, temperature increase occurs due to the heat, which is not desirable for liquid crystal. Further, the leaking light in sideway becomes noise (stray light) to the third party, which is not desirable.

[0004] The objective of this invention is to solve above described problem and provide lenticular lens, surface light source and liquid crystal display device which are able to provide bright light emitting surface without increasing power usage or heat generation, in liquid crystal display.

[0005]

[Means to solve the problems] The first means to solve in this invention is characterized by setting summit angle of said unit lens section to be 95 degrees or more and 110 degrees or less; in lenticular lens wherein prism shape unit lens sections comprising triangular prisms are formed in large quantity on one side of the surface of light transmitting substrate so that their major axes directions are mutually parallel, and flat surface is formed on the other surface of said light transmitting substrate.

[0006] The second means to solve is characterized by setting summit angle of said unit lens section to be 95 degrees or more and 110 degrees or less; in lenticular lens which is composed with a light transmitting substrate wherein both surfaces are formed to be flat surfaces, and a lens layer which is laminated on one side of said light transmitting material and comprises light transmitting material wherein prism shape unit lens sections comprising triangular prisms are formed so that their major axes directions are mutually parallel in large quantity.

[0007] The third means to solve is characterized that both or one of said light transmitting substrate or said lens layer has isotropic light diffusion property or an isotropic light diffusion layer is formed on one side of said light transmitting substrate or said lens layer; in lenticular lens which is described in Claim 1 or Claim 2.

[0008] The fourth means to solve is characterized that it contains, a light guide plate comprising light transmitting flat plate, a linear light source which is located adjacent to both sides or one side of side end surfaces of said light guide plate, an isotropic light diffusion which is laminated to the surface of said light guide plate, and a lenticular lens which is described in said Claim 1 or said Claim 2, and its surface is the diffused light emitting surface.

[0009] The fifth means to solve is characterized by containing a transmission type liquid crystal display element and a surface light source being described in said Claim 4 which is located behind said liquid crystal display element.

[0010]

[Function] By setting summit angle of unit lens at 95° to 110°, angular distribution of intensity of emitted diffused light from the diffused light emitting surface becomes almost uniform and isotropic distribution only within desired angle range and side robe does not occur with the lenticular lens of this invention, thus it may be favorably used for such as edge light type surface light source.

[0011]

[Embodiment examples] In the following, this invention is described in detail with embodiment examples referring to such as illustrations.

(Embodiment example of unitized type lenticular lens) Figure 1 is oblique view drawing showing the first embodiment example of lenticular lens of this invention. The lenticular lens 10 in the first embodiment example is produced by forming many prism

shape unit lens sections 12 comprising triangular prism on one side of light transmitting substrate 11 so that major axis (ridge) direction is mutually parallel, and making the other surface of light transmitting substrate 11 as flat surface 13. This unit lens section 12 is set to be $95^\circ \leq \alpha \leq 110^\circ$, when summit angle of its main cross section area is defined as α .

[0012] The light transmitting substrate 11 is flat or warped surface shape sheet or plate shape member comprising light transmitting material such as mono- or co-polymer of acrylic acid ester or methacrylic acid ester such as poly-methyl-methacrylate and poly-methyl-acrylate, polyester such as polyethylene terephthalate and polybutyleneterephthalate, transparent resin such as polycarbonate and polystyrene, such as transparent glass, and such as transparent ceramics. It is desired to use those which are around 20 to 1000 μm in thickness and in flat plate shape, for this light transmitting substrate 11. Further, the pitch of the unit lens section 12 is desired to be approximately 10 to 500 μm , although it depends on usage. As the method to form prism shape, methods such as heat press method which is known to public (described in public notice of Patent Publication Shou 56-157310), and a method to apply embossing on ultraviolet ray curing thermoplastic resin film with a roll embossing pattern then cure the film by irradiating ultraviolet ray (described in public notice of Patent Publication Shou 61-156273) are used, for example.

[0013] Light transmittance which is required for the light transmitting substrate 11 is needed to be selected that it at least transmits diffused light at the level which is not troublesome for various applications, and it may be colored transparent or matt finish transparent as well as no color transparent. Where, matt finish transparent means a property which diffusion transmits the transmitting light in nearly uniform and isotropic in all directions within semi solid angle, and is used as synonym with isotropic light diffusive.

Which means that matt finish transparent means that when the angle from normal direction of surface of transparent* substrate 11 is defined as θ , angular distribution $I^0(\theta)$ of transmitting light is in cosine distribution ($I^0(\theta) = I^0_{np} \cos \theta$, $-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$, θ is an angle between normal N, I^0_{np} is transmission light intensity in normal direction), or in similar distribution with it, when a parallel light beam is entered from backside (incident angle $i = 0$). Where, definition of $I^i(\theta)$ is described later.

**Translator's note: This "transparent" should be an apparent mistake of "light transmitting".*

[0014] (Embodiment example of laminated type lenticular lens) Figure 2 is oblique view drawing showing the second embodiment example of lenticular lens of this invention. Although the lenticular lens 10 of the first embodiment example is formed with the light transmitting substrate 11 alone, the lenticular lens 10' of the second embodiment example is in a structure that a lens layer 15 comprising light transmitting material having prism shape unit lens sections 12 comprising triangular prism is laminated on a flat light transmitting substrate 14. The unit lens sections 12 is set to be $95^\circ \leq \alpha \leq 110^\circ$ with this embodiment example too, when summit angle of its main cross section area is defined as α .

[0015] (Transmission measurement) The inventors conducted various transmission measurements on the lenticular lens 10, and the results are shown Figure 11 through Figure 17. Its measurement conditions are shown here and referred in following discussions.

Transmission measurement (1): Figure 11
Lenticular lens of summit angle $\alpha = 90^\circ$ (lens section is the light emitting source)

Incident angle $i = 0^\circ$

Transmission measurement (2): Figure 12
Matt finish transparent sheet (isotropic light diffusion layer)

Incident angle $i = 0^\circ$

Transmission measurement (3): Figure 13
Lenticular lens of summit angle $\alpha = 90^\circ$ +
matt finish transparent sheet

Incident angle $i = 0^\circ$

Transmission measurement (4): Figure 14
Lenticular lens of summit angle $\alpha = 100^\circ$ +
matt finish transparent sheet

Incident angle $i = 0^\circ$

Transmission measurement (5): Figure 15
Lenticular lens of summit angle $\alpha = 110^\circ$ +
matt finish transparent sheet

Incident angle $i = 0^\circ$

Transmission measurement (6): Figure 16
Lenticular lens of layer structure of Claim 1
and summit angle $\alpha = 90^\circ$ (isosceles triangle),
prism pitch = $100 \mu\text{m}$ + matt finish transpar-
ent sheet (solid line)

Lenticular lens of layer structure of Claim 2
and summit angle $\alpha = 90^\circ$ (isosceles triangle),
prism pitch = $50 \mu\text{m}$ + matt finish transparent
sheet (dashed line)

Lenticular lens of summit angle $\alpha = 100^\circ$ +
matt finish transparent sheet (single dotted
line)

Matt finish transparent sheet (double dotted
line)

Incident angle $i = 63^\circ$

Transmission measurement (6): Figure 16
Lenticular lens of layer structure of Claim 1
and summit angle $\alpha = 90^\circ$ (isosceles triangle),
prism pitch = $100 \mu\text{m}$ + matt finish transpar-
ent sheet (solid line)

Lenticular lens of layer structure of Claim 2
and summit angle $\alpha = 90^\circ$ (isosceles triangle),
prism pitch = $50 \mu\text{m}$ + matt finish transparent
sheet (dashed line)

Lenticular lens of summit angle $\alpha = 100^\circ$ +
matt finish transparent sheet (single dotted
line)

Matt finish transparent sheet (double dotted
line)

Incident angle $i = 30^\circ$

[0016] (Explanation of summit angle α)

In order to obtain transmission light intensity
 $I(\theta)$ of which shape is symmetrical in left to
right against normal N of bottom surface or

substrate surface, the triangular prism type
unit lens section 12 is made to be isosceles
triangle (to be left and right symmetrical
against normal N) (refer to Figure 3), or in
order to shift the transmission light intensity
 $I(\theta)$ to either left or right to be greater, it is
made to be non-isosceles triangle (refer to
Figure 4). However, the summit angle α is
set at $95^\circ \leq \alpha \leq 110^\circ$ in any cases, and especially
around $\alpha = 100^\circ$ is desirable.

[0017] The reason why minimum limit of the
summit angle is 95° is as follows. If $\alpha \geq 95^\circ$,
the influence of side robe which occurs
peripheral sections away from the main axis is
not able to be ignored in the distribution of
transmission light intensity $I(\theta)$ of the
lamination of triangular prism type lenticular
lens and matt finish and transparent light
transmitting substrate (or the lenticular lens
itself which is made to be a matt finish
transparent substrate). In concrete, it is
because the ratio of light intensity of side robe
against main robe R was found to be $R \leq 15$
(Figure 13 through Figure 17). Which is
that, there is a need to secure bright, uniform
and isotropic diffused light only within an
angular range of 30 to 100° in left to right
(especially 30 to 60° in left to right) with the
direction of normal as the center, as one of
required optical properties for back light
source in a the case of the use for observing
such as character images by using such as
liquid crystal display devices. This is because
such as television displays, clocks, illumi-
nated advertisements and various monitors are
normally and mostly observed within said
angle range, and there is normally no cases
that they are observed outside of this angle
range. However within this angle range,
display must be visible in equal brightness
and sharpness from any arbitrary angle. This
is easily understood by assuming that multiple
people are observing a screen in front of the
television screen while aligning side by side.
The light proceeding to outside of this angle
range becomes waste light, and also provides

unnecessary noise light in unrelated direction, thus, it should be rather restricted. In order to do this, the distribution of transmission light intensity $I'(θ)$ is required to contain the majority of the amount of transmission light within 30° to 100° including the normal direction.

[0018] For the evaluation of this, following two parameters are effective.

(1) Diffusion angle

Diffusion angle should be evaluated by the angle $\theta_{10\%}$ which is within a range that transmission light intensity $I'(θ)$ is 10 % or more of intensity of transmission light intensity I_{MD} in the direction of peak of the main robe (the direction wherein transmission light intensity of main robe is strongest, which is not necessarily in the normal direction) as shown in Figure 5.

(2) Side robe vs. main robe ratio

Even if the diffusion angle $\theta_{10\%}$ is within the optimum range ($30^\circ \leq \theta_{10\%} \leq 100^\circ$), it eventually is not able to prevent above described loss of light, leakage of noise light to the third party, if light intensity with the side robes is large. The side robe vs. main robe ratio R is for evaluating the influence of this side robes and it is given by following equation.

$$R = (I_{sp}/I_{mp}) \times 100 [\%] \cdots (1)$$

Where, I_{sp} is intensity of side robe in peak direction, and I_{mp} is intensity of main robe in peak direction.

As described, from the standpoint of effective use of light and prevention of influence of light noise to the third party (direction of sideway of liquid crystal display element), it was found that these influence of side robe may be practically neglected if $R \leq 20\%$.

[0019] Further, it was discovered by experimentation results by inventors that the value of R depends on the summit angle $α$ of triangular prism type unit lens section 12, and it is within a range of $R > 20\%$ in a rage of $α < 95^\circ$, but it rapidly reduces beyond around $α = 95^\circ$. For example, when light beam enters from backside in perpendicular incidence

(incident angle $i = 0^\circ$) into a triangular prism type lenticular lens 10 being laminated with isotropic light diffusion layer (matt finish transparent sheet) 20 as shown in Figure 7 (A), it is understood that it rapidly reduces to $R = 13\%$ at $α = 100^\circ$ as shown in Figure 14, while $R = 26\% (> 20\%)$ when summit angle of unit lens section 12 is $α = 90^\circ$ as shown in Figure 13. Further as shown in Figure 15, it reaches $R = 6\%$ when $α = 110^\circ$.

[0020] The reason why the upper limit of the summit angle $α$ is 110° is as follows. If it reaches $α > 110^\circ$, diffusion angle $\theta_{10\%}$ exceeds above described angle range in this situation, therefore, it must be $α \leq 110^\circ$. For example, it is understood that it gradually increases as $\theta_{10\%} = 82^\circ$ when $α = 90^\circ$ (refer to Figure 13), $\theta_{10\%} = 90^\circ$ when $α = 100^\circ$ (refer to Figure 14), and further, $\theta_{10\%} = 98^\circ$ when $α = 110^\circ$ (refer to Figure 15), and it reaches upper limit of the necessary diffusion angle. Furthermore, a situation at extreme condition of the increase of $α = 180^\circ$, namely perfect flat surface is considered, it is no more than the situation that it is matt finish transparent sheet 20 alone, it is understood that the diffusion angle reaches as much as $\theta_{10\%} = 140^\circ$.

[0021] (Definition of transmitting light $I'(θ)$) Angular dependency of intensity of light which passes through a light diffusion transmitting material depends on direction of transmitting light beam and direction of incident light beam. One which shows the value for evaluation the angular dependency of transmitting light is $I'(θ)$. Which is that the transmitting light intensity $I'(θ)$ is defined as the intensity of light which proceeds toward angle $θ$ direction against the direction of normal of light emitting surface, among light which diffusively transmits and emits toward various directions when a light beam of incident angle i is entered, as shown in Figure 6.

[0022] (Isotropic Light diffusion layer) As the isotropic light diffusion layer 20, those wherein inorganic fine particles of such as

calcium carbonate, silica, alumina and barium carbonate, or resin beads particles of such as acrylic resin is dispersed as light diffusion agent (matt finish agent) in said light transmitting material, are used, and those having particles diameter of approximately 1 to 20 μm are used. For the isotropic light diffusion layer 20, it is able to use those which formed in a mono-layer by making into a sheet by such as extrusion forming or calender forming a resin material which is said light transmitting material with said light diffusion agent being kneaded in. Further, it may be two layer composition material wherein paint being dispersed with said light diffusing material with said light transmitting material as binder is used as painted and formed on said light transmitting material sheet (or plate). Furthermore, it may be those wherein fine pattern (such as sand finish) of mean average roughness 1 to 20 μm is formed on the surface of said sheet (or plate) of light transmitting material with such as sand blasting or emboss pattern forming.

[0023] Figure 7 through Figure 10 are illustrations showing layer constructions of lenticular lens and isotropic light diffusion layer. When using lenticular lens 10 and isotropic light diffusion layer 20 in lamination, there are a case that lenticular lens 10 is on observation side and isotropic light diffusion layer 20 is on light source side (Figure 7 and Figure 10), and its opposite case (Figure 8 and Figure 10). In those cases, the unit lens section 12 of lenticular lens 10 may be on observation side [Figure 7 (A) through Figure 10 (A)] or the unit lens section 12 may be on light source side [Figure 7 (B) through Figure 10 (B)]. Further, isotropic light diffusion layer 20 may be those which are in sheet (or plate) shape (Figure 7 and Figure 8), or may be those which are in membrane shape being directly coated on the lenticular lens 10 as the isotropic light diffusion layer 20' (Figure 9 and Figure 10).

[0024] (Embodiment example of direct

underneath type surface light source) Figure 18 is cross sectional drawing showing the first embodiment example of surface light source (direct underneath type) and Figure 19 is diagram explaining transmission light intensity of the embodiment example of Figure 18. The direct underneath type surface light source 30 is provided with a linear light source 32 such as a fluorescent lamp within a case 31, and it is provided with a lenticular lens 10 and isotropic light diffusion layer on the opening side of the case 31. Transmission light intensity $I_1^i(\theta)$ of the isotropic light diffusion layer 20 is in cosine distribution and is as shown in Figure 19(A). On the other hand, the lenticular lens 10 has a function to refract and split the light entering from the linear light source 32 into two directions, and its transmission light intensity $I_2^i(\theta)$ is as shown in Figure 19(B). Accordingly, the transmission light intensity $I_3^i(\theta)$ is overlay of both which is $I_3^i(\theta) = I_1^i(\theta) \times I_2^i(\theta)^*$, which is in a shape as shown in Figure 19(C).

*Translator's note: This " $I_3^i(\theta)$ " shall be a mistake of " $I_2^i(\theta)$ ".

[0025] (Embodiment example of edge light type surface light source) Figure 20 is cross sectional drawing showing the second embodiment example of surface light source (edge light type), Figure 21 is illustration for explaining property of light guide plate, and Figure 22 is diagram explaining transmission light intensity of the embodiment example of Figure 20. The edge light type surface light source 40 is formed with a reflective layer 42 on the bottom surface of a light guide plate 41, and a lenticular lens 10 and isotropic light diffusion layer 20 are located over the top surface of the light guide plate 41. Further, light source 43, reflective film 44 and illumination cover 45 are provided, respectively, on both sides of side edge surfaces of the light guide plate 41.

[0026] In a case when incident angle i of the light guide plate 41 is greater than critical angle i_c , the light beam transmits only within

the light guide plate 41 while totally reflecting, and there is no transmission light through the emitting surface 41a as shown in Figure 21(A). On the other hand, in a case when the incident angle i is smaller than the critical angle i_c , a part of the light beam reflects (transmits within the light guide plate 41) at the boundary surface of the emitting surface 41a of light guide plate 41, and rest transmits and is emitted, as shown in Figure 21(B). Further with actual light guide plate 41, light is emitted from the emitting surface 41a in directions of $\pm\theta$ which are symmetrical in left and right against the normal, as shown in Figure 21D, because it is designed so that light beam transmits in both directions inside of the light guide plate 41 or forms a standing wave by placing a light source 43' on the other end surface or providing a light reflection layer 42', as shown in Figure 21(C). This angle is known to have sharp peaks in directions of $\theta = 60^\circ$ and $\theta = -60^\circ$. Therefore, in order to bend closer to normal direction where observers reside, a lenticular lens 10 is used to refract the light beam to correct to bi-directional light beam in optimum normal direction (for example, when at right angle $\alpha = 90^\circ$, they are $\theta = 30^\circ$ and $\theta = -30^\circ$ as shown in Figure 11). Therefore, the light coming out from the emitting surface is in angular distribution having peaks in symmetrical two directions in left and right against normal (Figure 11), in either case of surface light source of direct underneath type or edge light type. However, this is not considered as uniform surface light source yet, and because normal direction where observers reside is dark, it is able to obtain a surface light source which has a moderate peak in normal direction and emits diffused light within a rage of 30 to 100° in left to right which is considered to be normally necessary to observers, by further combining with a isotropic light diffusion layer (matt finish transparent layer) 20.

[0027] Compared with the direct underneath

type surface light source 30, the light passing from the light guide plate 41 is in two directions being symmetrical in right and left to normal, for example $\pm 63^\circ$, instead of in normal direction, with this surface light source 40, therefore, the transmitting light intensity $I^t(\theta)$ is in transmission light distribution wherein axes of symmetry are rotated by $\pm 63^\circ$ in normal direction, respectively, for the transmitting light in these two directions, for both isotropic light diffusion layer 20 and lenticular lens 10 [Figures 22(A) and (B)], and these are further synthesized (product of $I^t(\theta)$) to be the transmission light intensity $I^t(\theta)$ of the surface light source 40 [Figures 22(C) and (B)]. Where, Figure 16 and Figure 17 show only the transmission light intensity $I^t(\theta)$ in directions of $\theta = +63^\circ$ and -30° in the chart. In this case, peaks A and B in Figure 22(B) is the cause of side robes A' and B'. It is able to significantly reduce the side robes A' and B' by making the summit angle α of the unit lens section 12 to be $\alpha \geq 95^\circ$.

[0028] (Embodiment example of light reflection layer) Figure 23 is illustration showing embodiment examples of light reflection layer being used for edge light type surface light source. Light reflection layer 42 is a layer having a property of diffusive light reflection, and it may be constituted as follows.

- (1) As Figure 23 (A), white color layer 42A wherein highly opaque and high whiteness pigment, such as powder of titanium dioxide or aluminum, for example, is dispersed, is formed with such as painting on one side of light guide plate 41.
- (2) As Figure 23 (B), matt fine pattern 41a is formed with such as sand blasting or embossing on one side of light guide plate 41, and further, metal thin film layer 42B is formed by such as plating or vapor coating of metal such as aluminum, chromium or silver.
- (3) As Figure 23 (C), a metal thin film layer 42B is formed on a white color layer 42A' (however, opacity may be low) which is

similar to Figure 22 (A).

(4) As Figures 23 (D1) and (D2), it may be formed in dot matrix white color layer 42 A" and increased with area ratio as distance from light source 43 increases in order to compensate reduction of amount of light from light source 43.

[0029] The surface light sources 30 and 40 which are shown in Figure 18 and Figure 20 may be used as liquid crystal display devices by locating on backside of transmission type liquid crystal display devices which are known-to-public.

[0030]

[Effect of the invention] As above described in detail, it is able to significantly reduce intensity of side robe which is the cause of light loss and stray light (light noise), according to this invention, and become possible to concentrate light in highly uniform and isotropic within limited angle range (30° to 100° in left to right with normal direction as the center). Accordingly, it is able to obtain bright display light emission without increasing usage power or amount of heat generation when used as a surface light source. In this case, it is able to maintain nearly equal level of light diffusion angle and uniformity and isotropy of light intensity within the diffusion angle as previous in this.

[Brief explanation of drawings]

[Figure 1] An oblique view drawing showing the first embodiment example of lenticular lens of this invention.

[Figure 2] An oblique view drawing showing the second embodiment example of lenticular lens of this invention.

[Figure 3] An illustration for explaining summit angle of unit lens sections of lenticular lens concerning the embodiment examples.

[Figure 4] An illustration for explaining summit angle of unit lens sections of lenticular lens concerning the embodiment examples.

[Figure 5] An illustration for explaining the

diffusion angle.

[Figure 6] An illustration for explaining the transmission light intensity $I^t(\theta)$.

[Figure 7] A drawing showing a combination of lenticular lens and isotropic light diffusion layer.

[Figure 8] A drawing showing a combination of lenticular lens and isotropic light diffusion layer.

[Figure 9] A drawing showing a combination of lenticular lens and isotropic light diffusion layer.

[Figure 10] A drawing showing a combination of lenticular lens and isotropic light diffusion layer.

[Figure 11] A diagram showing a result of transmission measurement (lenticular lens of summit angle 90°).

[Figure 12] A diagram showing transmission measurement (isotropic light diffusion layer).

[Figure 13] A diagram showing a result of transmission measurement (a combination of lenticular lens of summit angle 90° and isotropic light diffusion layer).

[Figure 14] A diagram showing a result of transmission measurement (a combination of lenticular lens of summit angle 100° and isotropic light diffusion layer).

[Figure 15] A diagram showing a result of transmission measurement (a combination of lenticular lens of summit angle 110° and isotropic light diffusion layer).

[Figure 16] A diagram showing a result of transmission measurement (incident angle 63°).

[Figure 17] A diagram showing a result of transmission measurement (incident angle 30°).

[Figure 18] A cross sectional drawing showing the first embodiment example of surface light source (direct underneath type).

[Figure 19] A diagram explaining transmission light intensity of the embodiment example of Figure 18.

[Figure 20] A cross sectional drawing showing the second embodiment example of

surface light source (edge light type).

[Figure 21] An illustration for explaining property of light guide plate.

[Figure 22] A diagram explaining transmission light intensity of the embodiment example of Figure 20.

[Figure 23] Illustrations showing embodiment examples of light reflection layer being used for edge light type surface light source.

[Description of numbers]

10 lenticular lens

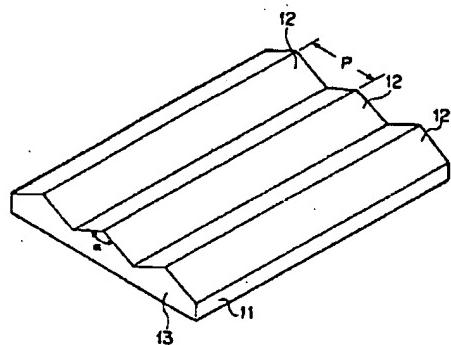
11 light transmitting substrate

12 unit lens section

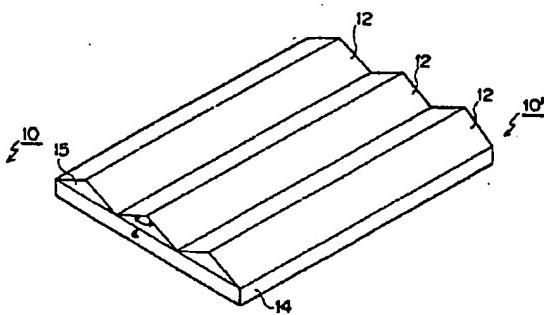
20 isotropic light diffusion layer

*Translated by: Hideyo Sugimura, 651-490-0233,
hsugimura@pipeline.com, July 13, 2005*

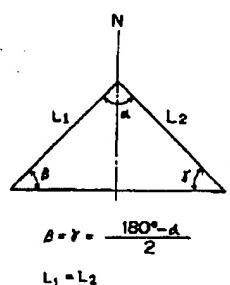
[Figure 1]



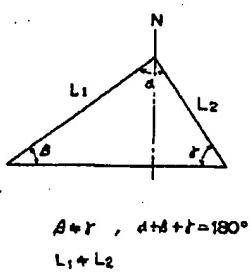
[Figure 2]



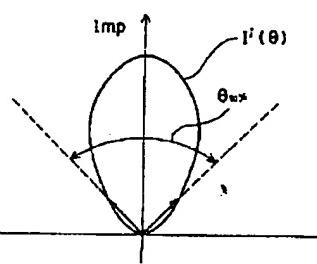
[Figure 3]



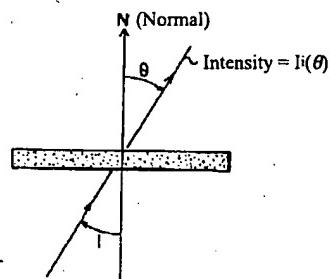
[Figure 4]



[Figure 5]



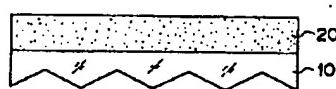
[Figure 6]



[Figure 7]



[Figure 8]



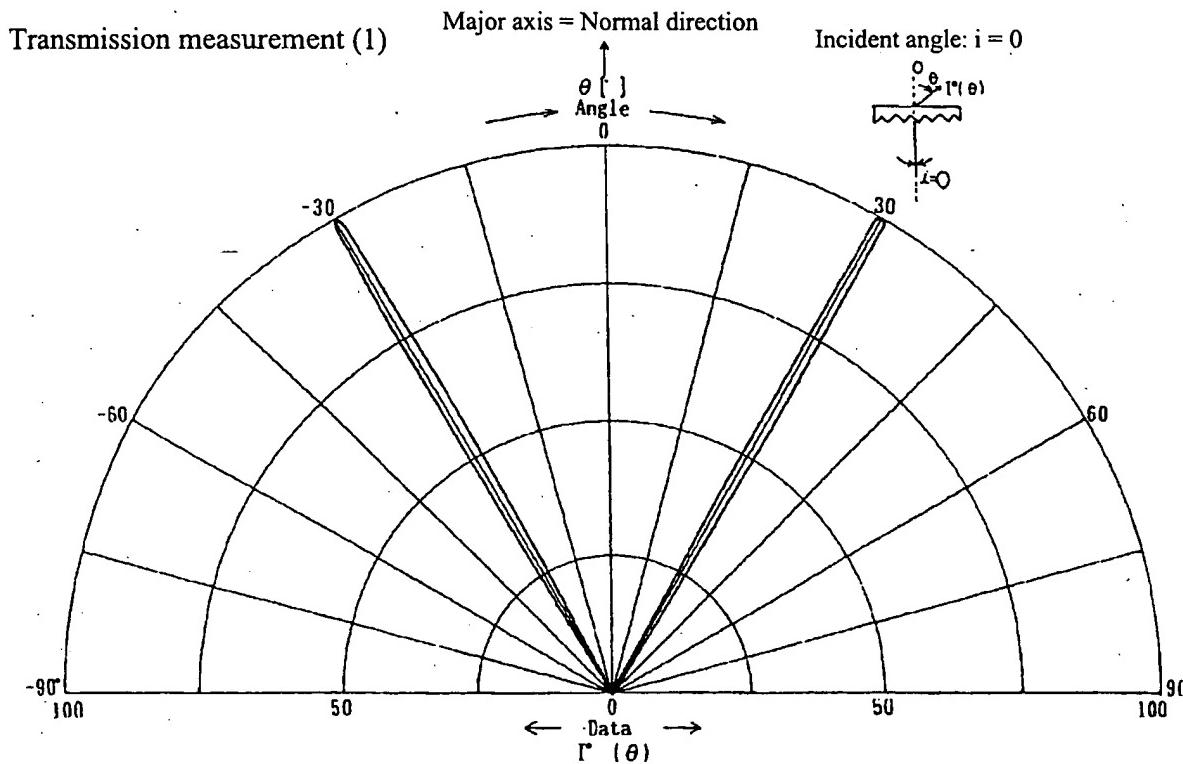
[Figure 9]



[Figure 10]



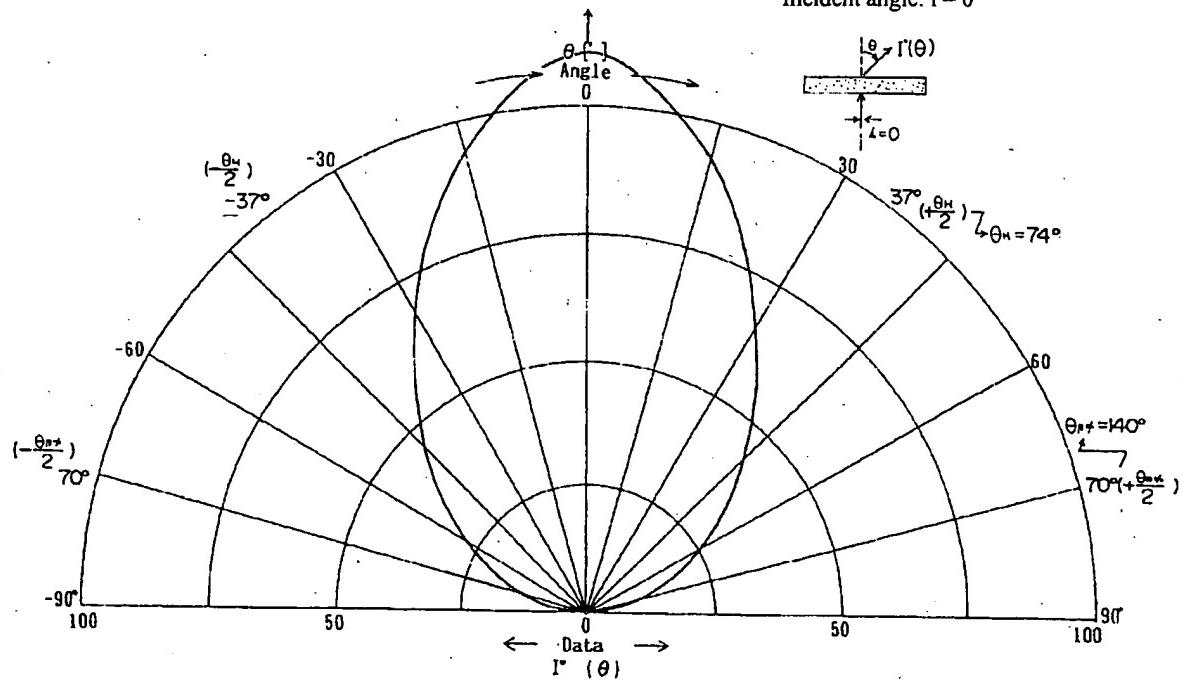
[Figure 11]



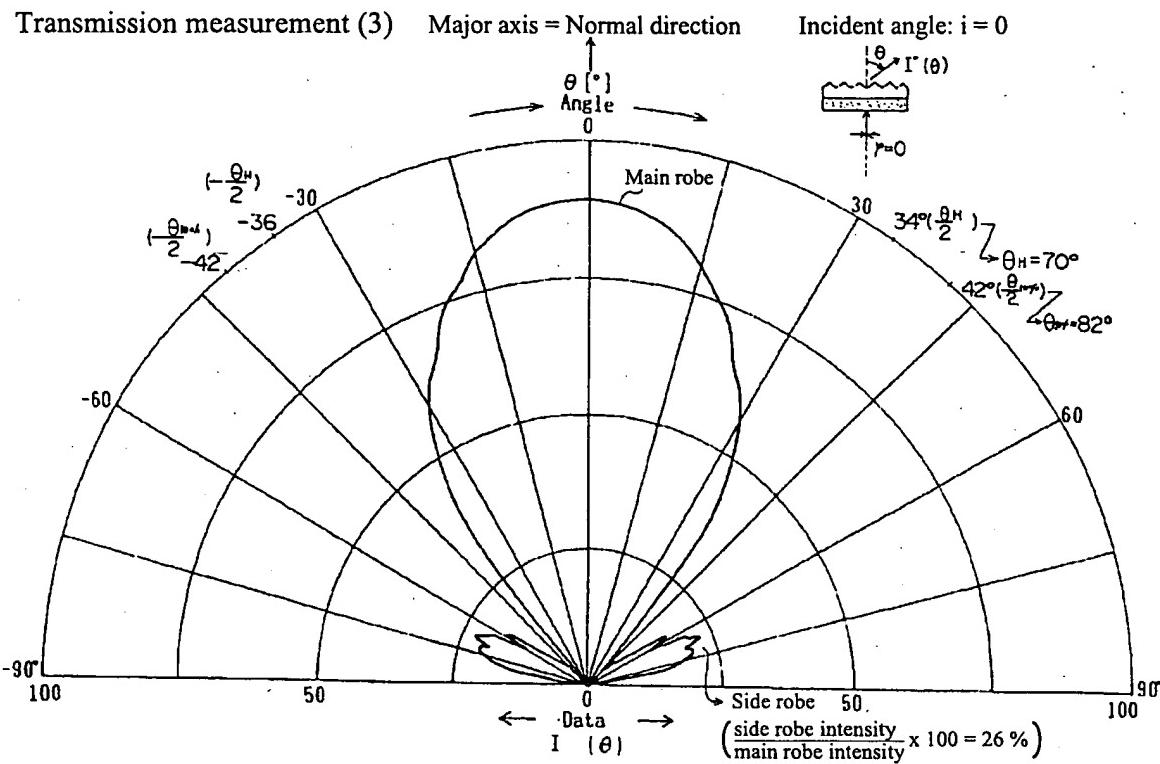
[Figure 12]

Transmission measurement (2) Major axis = Normal direction

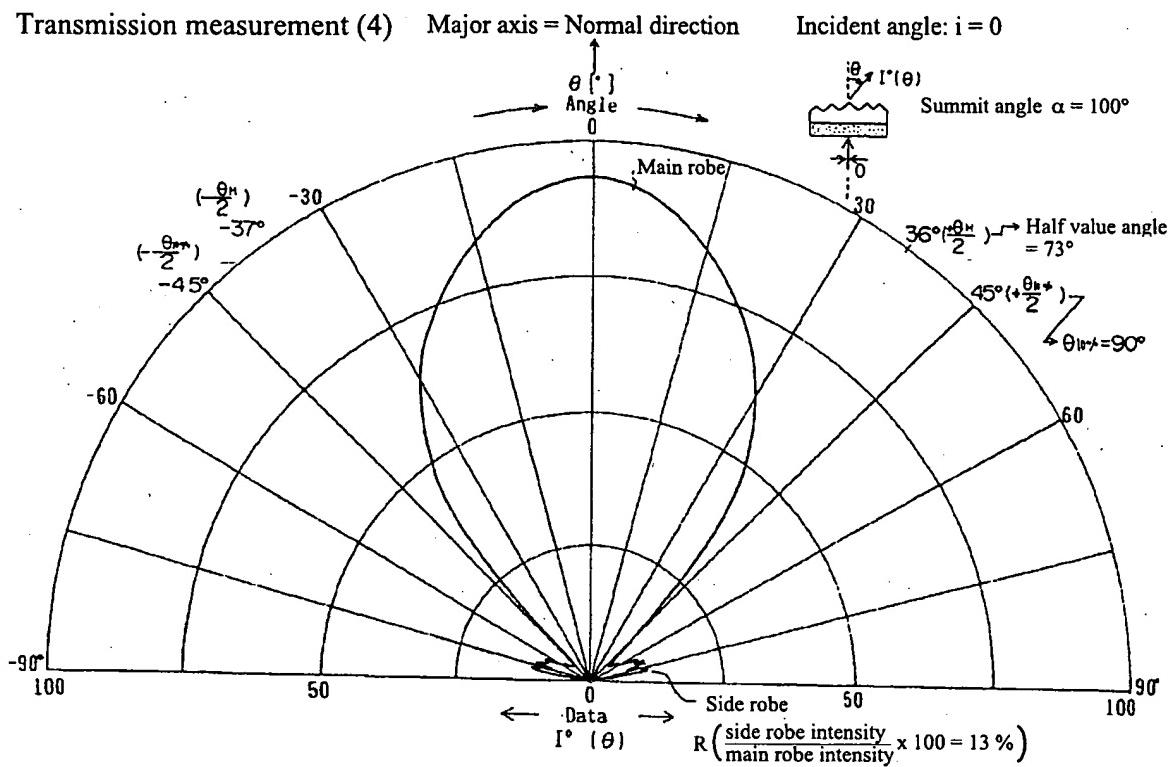
Incident angle: $i = 0$



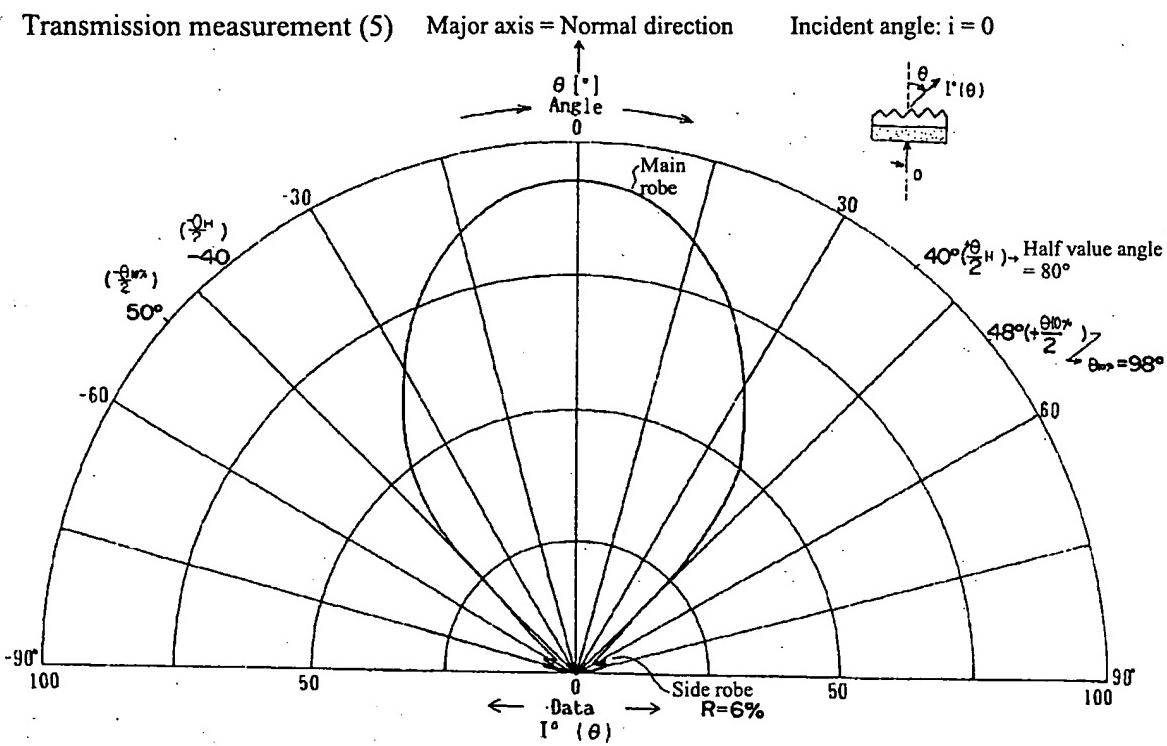
[Figure 13]



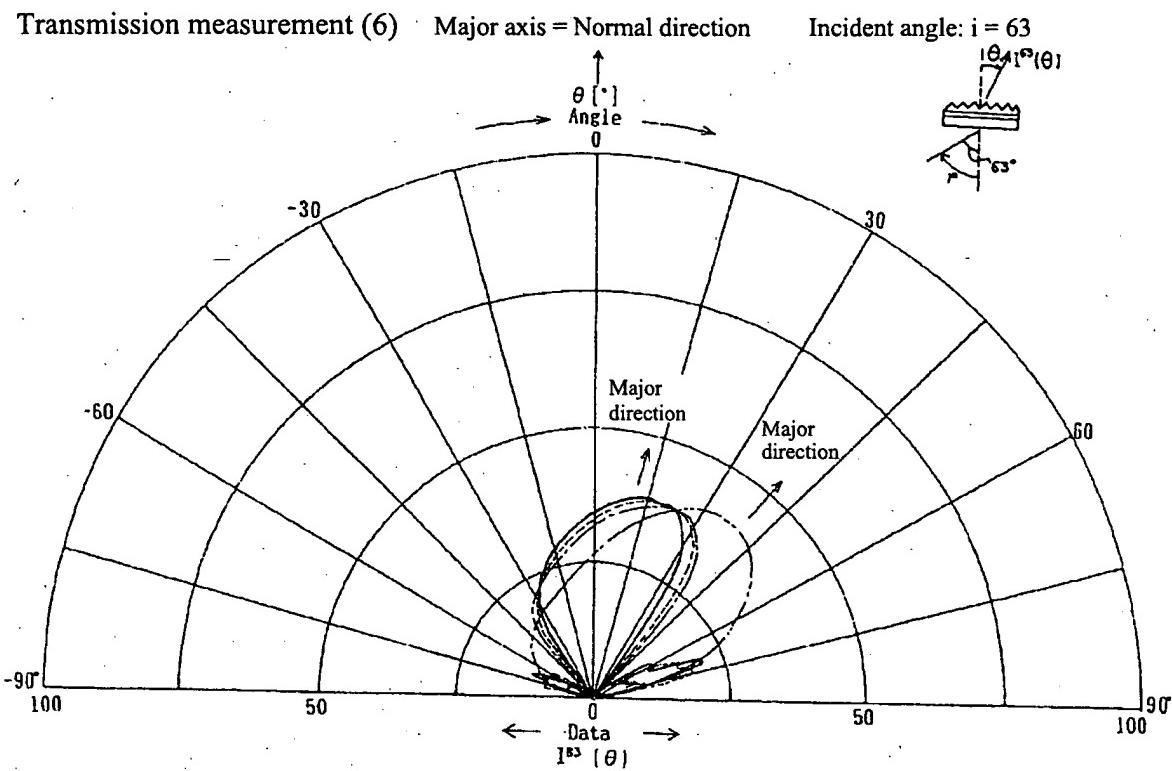
[Figure 14]



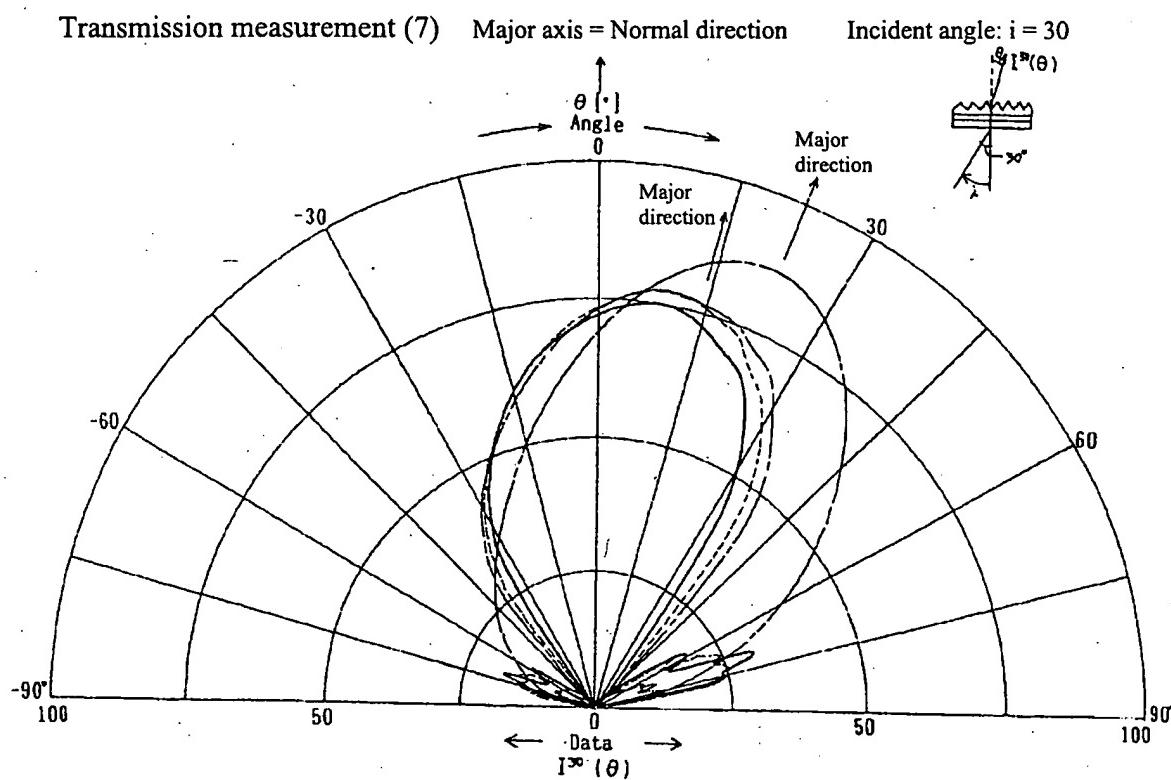
[Figure 15]



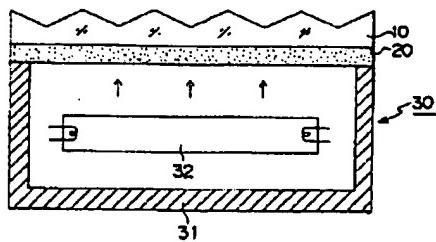
[Figure 16]



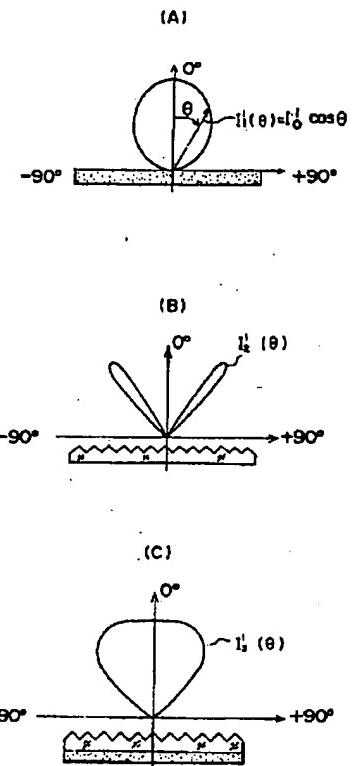
[Figure 17]



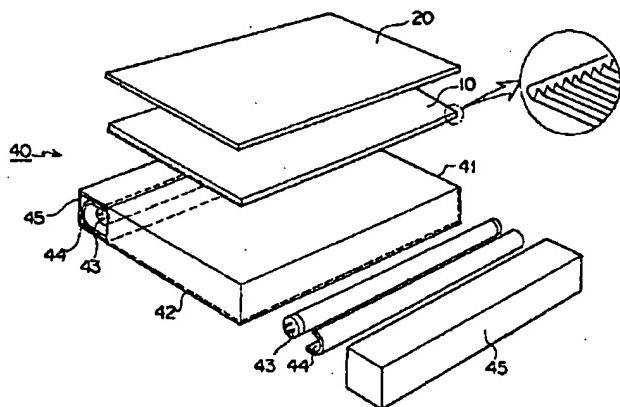
[Figure 18]



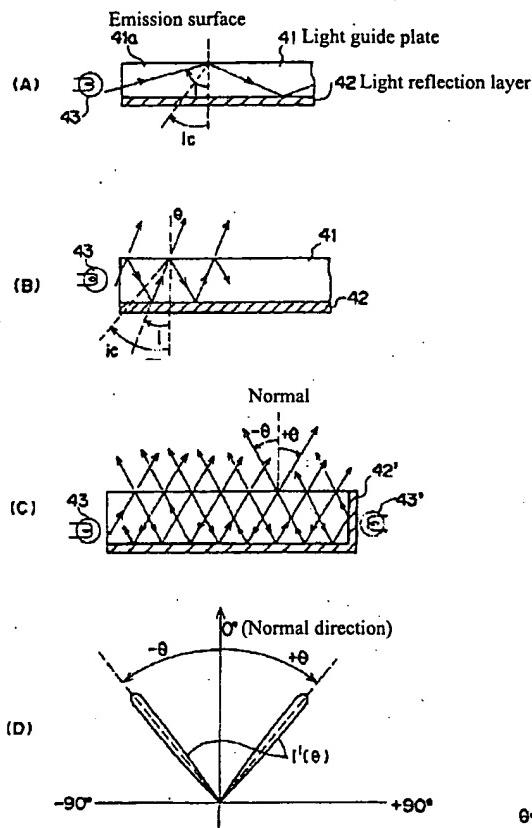
[Figure 19]



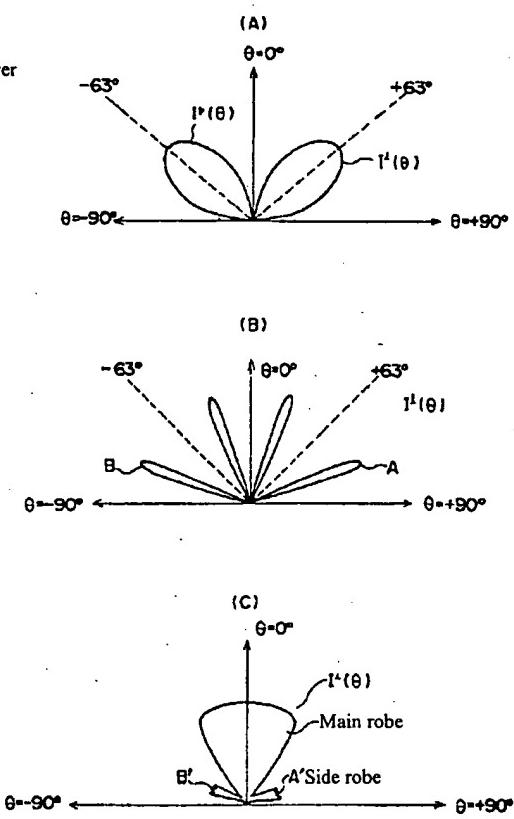
[Figure 20]



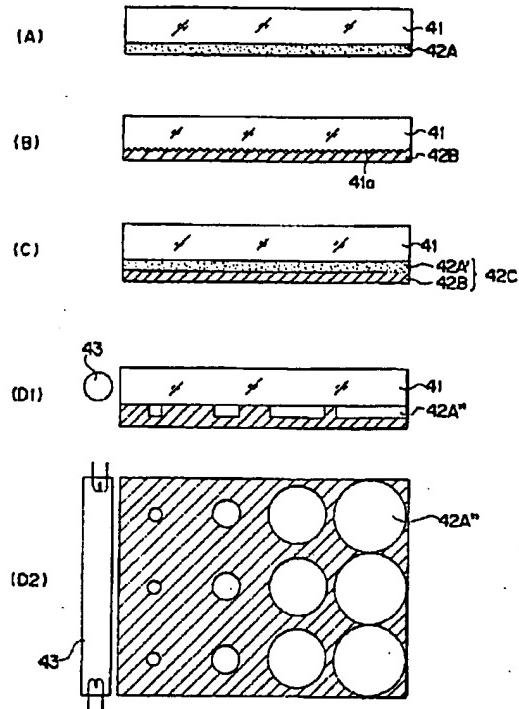
[Figure 21]



[Figure 22]



[Figure 23]



Continued from the front page.

(72) Inventor: You Masubuchi
Dainippon Printing Co., Ltd.
1-1-1 Ichigaya Kagacho, Shinjuku-ku, Tokyo

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-18707

(43)公開日 平成6年(1994)1月28日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/02	A 9224-2K			
6/00	3 3 1	6920-2K		
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	7408-2K		

審査請求 未請求 請求項の数5(全17頁)

(21)出願番号 特願平4-196288
(22)出願日 平成4年(1992)6月30日

(71)出願人 000002897
大日本印刷株式会社
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(72)発明者 西尾 俊和
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
(72)発明者 山下 ▲禎▼之
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
(72)発明者 雨宮 裕之
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
(74)代理人 弁理士 錙田 久男

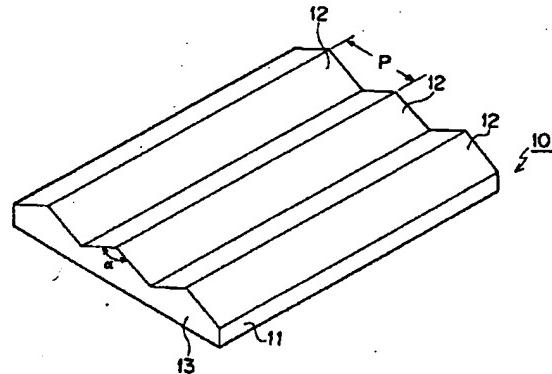
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レンチキュラーレンズ、面光源及び液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】 消費電力や発熱量を増大させることなく、明るい面発光を得る。

【構成】 透光性基板11の一方の面に三角柱からなるプリズム形状の単位レンズ部12を長軸方向が互いに平行になるように多數形成し、透光性基板11の他方の面に平坦面13を形成したレンチキュラーレンズ10であり、単位レンズ部12の頂角 α は、95度以上であって110度以下に設定した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】透光性基板の一方の面に三角柱からなるプリズム形状の単位レンズ部を長軸方向が互いに平行になるように多数形成し、前記透光性基板の他方の面に平坦面を形成したレンチキュラーレンズにおいて、前記単位レンズ部の頂角は、95度以上であって110度以下に設定したことを特徴とするレンチキュラーレンズ。

【請求項2】両面が平坦面に形成された透光性基材と、前記透光性基材の一方の面に積層され、三角柱からなるプリズム形状の単位レンズ部を長軸方向が互いに平行になるように多数形成した透光性材料からなるレンズ層とからなるレンチキュラーレンズにおいて、前記単位レンズ部の頂角は、95度以上であって110度以下に設定したことを特徴とするレンチキュラーレンズ。

【請求項3】前記透光性基材又は前記レンズ層の双方又は一方が光等方拡散性を有するか、又は、前記透光性基材又は前記レンズ層の一方側に光等方拡散性層を形成することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のレンチキュラーレンズ。

【請求項4】透光性平板からなる導光板と、前記導光板の側端面の双方又は一方に隣接して設けられた線状光源と、前記導光板の表面に積層した光等方拡散性層と、前記請求項1又は前記請求項2に記載のレンチキュラーレンズとを含み、表面が拡散光放出面となることを特徴とする面光源。

【請求項5】透過型の液晶表示素子と、前記液晶表示素子の背面に設けられた前記請求項4に記載の面光源とを含むことを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、三角プリズム型のレンチキュラーレンズ、そのレンチキュラーレンズを用いた面光源及びその面光源をバックライトとして用いた液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置として、直下型又はエッジライト型の拡散面光源を用いたものが知られている（特開平2-284102号、特開昭63-318003号、特開平3-92601号等）。このような面光源では、放射光を所望の角度範囲内で均一等方的に拡散させるために、三角プリズム型の単位レンズ部を多数平行に配置したレンチキュラーレンズを用いている。従来のレンチキュラーレンズは、単位レンズ部の頂角 $\alpha = 60^\circ$ 、 90° のものが用いられていた。このレンチキュラーレンズは、艶消透明拡散板（艶消透明シート）と組合せて使用する場合には、単に、艶消透明拡散板を用いた

ものよりも、光源の光エネルギーを所望の限られた角度範囲内に重点的に分配し、かつ、その角度範囲内で均一等方性の高い拡散光を得ることはできた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述した従来の技術では、前記角度範囲から一部の光が逸脱する現象（透過光強度の角度分布におけるサイドロープの発生）が避けられなかった。このような光の損失は、液晶表示には用いられないで、液晶表示素子、特にカラー方式の場合に、低消費電力という液晶表示の利点をいかしながら、明瞭な画面を実現するための障害となる。この問題を解決するために、光源の出力を増加させると、熱による温度上昇が起こり、液晶にとって好ましくない。さらに、側面方向に洩れる光は、第三者にとっては、ノイズ（迷惑）となり好ましくない。

【0004】本発明の目的は、前述の課題を解決し、液晶表示において、消費電力や発熱量を増大させることなく、明るい面発光を得ることができるレンチキュラーレンズ、面光源及び液晶表示装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の解決手段は、透光性基板の一方の面に三角柱からなるプリズム形状の単位レンズ部を長軸方向が互いに平行になるように多数形成し、前記透光性基板の他方の面に平坦面を形成したレンチキュラーレンズにおいて、前記単位レンズ部の頂角は、95度以上であって110度以下に設定したことを特徴とする。

【0006】第2の解決手段は、両面が平坦面に形成された透光性基材と、前記透光性基材の一方の面に積層され、三角柱からなるプリズム形状の単位レンズ部を長軸方向が互いに平行になるように多数形成した透光性材料からなるレンズ層とからなるレンチキュラーレンズにおいて、前記単位レンズ部の頂角は、95度以上であって110度以下に設定したことを特徴とする。

【0007】第3の解決手段は、第1又は第2の解決手段において、前記透光性基材又は前記レンズ層の双方又は一方が光等方拡散性を有するか、又は、前記透光性基材又は前記レンズ層の一方側に光等方拡散性層を形成することを特徴とすることができる。

【0008】第4の解決手段は、透光性平板からなる導光板と、前記導光板の側端面の双方又は一方に隣接して設けられた線状光源と、前記導光板の表面に積層した光等方拡散性層と、前記第1又は第2の解決手段のレンチキュラーレンズとを含み、表面が拡散光放出面となることを特徴とする。

【0009】第5の解決手段は、透過型の液晶表示素子と、前記液晶表示素子の背面に設けられた前記第4の解決手段の面光源とを含むことを特徴とする。

【0010】

【作用】本発明のレンチキュラーレンズは、単位レンズ

部の頂角を95°～110°に設定することにより、拡散光放出面から放出される拡散光強度の角度分布が所望の角度範囲内のみにほぼ均一等方的な分布となり、かつ、サイドロープが発生しなくなり、エッジライト方式の光源などに好適に使用することができる。

【0011】

【実施例】以下、図面等を参照して、実施例につき、本発明を詳細に説明する。

(一体型のレンチキュラーレンズの実施例) 図1は、本発明によるレンチキュラーレンズの第1の実施例を示す斜視図である。第1の実施例のレンチキュラーレンズ10は、透光性基材11の一方の面に三角柱からなるプリズム形状の単位レンズ部12を長軸(稜)方向が互いに平行になるように多数形成し、透光性基材11の他方の面を平坦面13としたものである。この単位レンズ部12は、その主切断面の頂角を α とすると、 $95^\circ \leq \alpha \leq 110^\circ$ となるように設定してある。

【0012】透光性基材11は、ポリメタアクリル酸メチル、ポリアクリル酸メチル等のアクリル酸エステル又はメタアクリル酸エステルの単独若しくは共重合体、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリカーボネート、ポリスチレン等の透明な樹脂等、透明な硝子等、透明なセラミックス等の透光性材料からなる平面若しくは湾曲面形状をしたシート状又は板状の部材である。この透光性基材11は、背面光源用として用いる場合には、厚みが20～1000μm程度であって、平面形状のものを用いることが好ましい。また、単位レンズ部12のピッチは、用途にもよるが、ほぼ10～500μmが好ましい。プリズム形状を形成する方法としては、例えば、公知の熱プレス法(特開昭56-157310号公報記載)、紫外線硬化性の熱可塑性樹脂フィルムにロールエンボス版によってエンボス加工したのちに、紫外線を照射してそのフィルムを硬化させる方法(特開昭61-156273号公報記載)等を用いる。

【0013】透光性基材11に要求される透光性は、各用途の使用に支障のない程度に、拡散光を最低限透過するように選定する必要があり、無色透明の他に、着色透明又は艶消透明であってもよい。ここで、艶消透明とは、透過光を半立体角内のあらゆる方向にはほぼ均一等方に拡散透過させる性質をいい、光等方拡散性と同義語に用いられる。つまり、艶消透明とは、透光性基材11の表面の法線方向とのなす角を θ とした場合に、平行光束を裏面から入射させたとき(入射角 $i = 0^\circ$)の透過光強度の角度分布 $I^0(\theta)$ が $c \cos \theta$ 分布($I^0(\theta) = I_{mp}^0 c \cos \theta$ 、 $-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 、 θ は法線Nとのなす角、 I_{mp}^0 は法線方向の透過光強度)又はそれに類似する分布となることをいう。なお、 $I^1(\theta)$ の定義については後述する。

【0014】(積層型のレンチキュラーレンズの実施

例) 図2は、本発明によるレンチキュラーレンズの第2の実施例を示す斜視図である。第1の実施例のレンチキュラーレンズ10は、透光性基材11の単体で形成したものであるが、第2の実施例のレンチキュラーレンズ10'は、平坦な透光性基板14上に、三角柱からなるプリズム形状の単位レンズ部12を有する透光性材料からなるレンズ層15を積層した構造である。この実施例でも、単位レンズ部12は、その頂角を α とすると、 $95^\circ \leq \alpha \leq 110^\circ$ となるように設定してある。

【0015】(透過測定) 本件発明者等は、レンチキュラーレンズ10について、種々の透過測定を行って、その結果を図11～図17に示した。ここでは、その測定条件を示し、以下の考察に引用することとする。

透過測定①: 図11

頂角 $\alpha = 90^\circ$ のレンチキュラーレンズ(レンズ部が光源側)

入射角 $i = 0^\circ$

透過測定②: 図12

艶消透明シート(光等方拡散性層)

入射角 $i = 0^\circ$

透過測定③: 図13

頂角 $\alpha = 90^\circ$ のレンチキュラーレンズ+艶消透明シート

入射角 $i = 0^\circ$

透過測定④: 図14

頂角 $\alpha = 100^\circ$ のレンチキュラーレンズ+艶消透明シート

入射角 $i = 0^\circ$

透過測定⑤: 図15

頂角 $\alpha = 110^\circ$ のレンチキュラーレンズ+艶消透明シート

入射角 $i = 0^\circ$

透過測定⑥: 図16

請求項1の層構成、かつ、頂角 $\alpha = 90^\circ$ (二等辺三角形)、プリズム周期=100μmのレンチキュラーレンズ+艶消透明シート(実線)

請求項2の層構成、かつ、頂角 $\alpha = 90^\circ$ (二等辺三角形)、プリズム周期=50μmのレンチキュラーレンズ+艶消透明シート(破線)

頂角 $\alpha = 100^\circ$ のレンチキュラーレンズ+艶消透明シート(1点鎖線)

艶消透明シート(2点鎖線)

入射角 $i = 63^\circ$

透過測定⑦: 図17

請求項1の層構成、かつ、頂角 $\alpha = 90^\circ$ (二等辺三角形)、プリズム周期=100μmのレンチキュラーレンズ+艶消透明シート(実線)

請求項2の層構成、かつ、頂角 $\alpha = 90^\circ$ (二等辺三角形)、プリズム周期=50μmのレンチキュラーレンズ+艶消透明シート(破線)

頂角 $\alpha = 100^\circ$ のレンチキュラーレンズ+艶消透明シート（1点鎮線）

艶消透明シート（2点鎮線）

入射角 $i = 30^\circ$

【0016】（頂角 α の説明）三角プリズム型の単位レンズ部12は、その形状が底面又は基材面の法線Nに対して、左右対称な透過光強度 $I^1(\theta)$ を得るためにには、二等辺三角形（法線Nに対して左右対称となる）にするか（図3参照）又は左右いずれかに透過光分布 $I(\theta)$ を多く偏らせるときには、不等辺三角形となる（図4参照）。ただし、頂角 α は、いずれの場合でも $95^\circ \leq \alpha \leq 110^\circ$ に設定されており、特に、 $\alpha = 100^\circ$ 近辺が好ましい。

【0017】頂角 α の下限が 95° である理由は、次の通りである。もし、 $\alpha \geq 95^\circ$ であると、三角プリズム型のレンチキュラーレンズと艶消透明な透光性基材とを積層したもの（又はそのレンチキュラーレンズ自体が艶消透明基板となったもの）についての透過光強度 $I^1(\theta)$ の分布は、主方向から離れた周辺部に生じるサイドロープ（Side robe）による影響が無視できるからである。具体的には、光強度のサイドロープ対主ロープ比をRとすると、 $R \leq 15\%$ となることが判明したためである（図13～図17）。すなわち、液晶表示素子などを用いて文字画像などを観察する用途の場合に、背面光源に要求される光学特性の1つとして、法線方向を中心として、左右 $30^\circ \sim 100^\circ$ （特に、 $30^\circ \sim 60^\circ$ ）の角度範囲内でのみ明るくかつ均一等方的な拡散光を確保する必要がある。これは、テレビジョン画

$$R = (I_{sp}/I_{mp}) \times 100$$

ただし、 I_{sp} ：サイドロープのピーク方向強度

I_{mp} ：主ロープのピーク方向強度

このように、光の効率活用、第三者（液晶表示素子の側面方向）への光ノイズの影響の防止の点から、 $R \leq 20\%$ であれば実質上、サイドロープのこれらの影響は無視できることが判明した。

【0019】また、本願発明者等が実験した結果では、Rの値は、三角プリズム型の単位レンズ部12の頂角 α に依存し、 $\alpha < 95^\circ$ の範囲では、 $R > 20\%$ の範囲にあり、 $\alpha = 95^\circ$ 近辺を境に急に減少することが判明した。例えば、図7（A）に示すように、三角プリズム型のレンチキュラーレンズ10に、光等方性拡散層（艶消透明シート）20を積層したものの、裏面から垂直入射（入射角 $i = 0^\circ$ ）で光線を入射した場合に、図13に示すように、単位レンズ部12の頂角 $\alpha = 90^\circ$ のときには、 $R = 26\% (> 20\%)$ あるのに対し、図14に示すように、 $\alpha = 100^\circ$ になると、 $R = 13\%$ に激減することがわかる。さらに、図15に示すように、 $\alpha = 110^\circ$ になると $R = 6\%$ となる。

【0020】頂角 α の上限が 110° である理由は、次の通りである。 $\alpha > 110^\circ$ になると、今度は拡散角 θ

面、時計、照明広告、各種モニタなどは、通常、前記角度範囲内で専ら観察されるものだからであり、この角度範囲外で観察されることは通常あり得ないからである。

しかし、この角度範囲内では、任意の角度から同等の照度、鮮明度で画面が見えなければならない。これは、テレビジョン画面の前で複数人が横に並んだ状態において、その画面を観察することを想定すれば容易に理解できる。この角度範囲外に進行する光は、光の損失となり、また、関係ない方向に不要なノイズ光を与えるので、むしろ抑制すべきである。そのためには、透過光強度 $I^1(\theta)$ の分布が、法線方向を含んで左右 $30^\circ \sim 100^\circ$ 以内に透過光量の大部分を含む必要がある。

【0018】これを評価するには、次の2つのパラメータが有効である。

① 拡散角

拡散角は、例えば、透過光強度 $I^1(\theta)$ が、図5に示すように、主ロープのピーク方向（主ロープの最も透過光強度が強い方向であって、必ずしも法線方向とは限らない）の透過光強度 I_{mp} の 10% 以上の強度を有する範囲内の角度 $\theta_{10\%}$ で評価するのがよい。

② サイドロープ対主ロープ比

拡散角 $\theta_{10\%}$ が最適範囲 ($30^\circ \leq \theta_{10\%} \leq 100^\circ$) であっても、サイドロープによる光強度が大きいと、結局、前述した光の損失、第三者へのノイズ光の漏洩を防ぐことはできない。このサイドロープによる影響を評価するのがサイドロープ対主ロープ比Rであって、次式で与えられる。

[%]

… (1)

$\theta_{10\%}$ が前記角度範囲を逸脱してしまうために、 $\alpha \leq 110^\circ$ でなければならない。例えば、 $\alpha = 90^\circ$ のときに $\theta_{10\%} = 82^\circ$ （図13参照）、 $\alpha = 100^\circ$ のときに $\theta_{10\%} = 90^\circ$ （図14参照）と漸次増大し、さらに、 $\alpha = 110^\circ$ のときに $\theta_{10\%} = 98^\circ$ （図15参照）となり、必要な拡散角の上限に達することがわかる。さらに、 α が増大した極限として、 $\alpha = 180^\circ$ のとき、すなわち、完全平面を考えると、艶消透明シート20が単体のときに他ならず、そのときは、図12に示すように、拡散角 $\theta_{10\%} = 140^\circ$ にも達することがわかる。

【0021】（透過光強度 $I^1(\theta)$ の定義）光拡散透過性の物質を透過する光の強度の角度依存性は、透過光線方向と入射光線方向とに依存する。この透過光強度の角度依存性を評価するための値を示すものが、 $I^1(\theta)$ である。すなわち、透過光強度 $I^1(\theta)$ とは、図6に示すように、入射角 i の光線を入射させたときに、さまざまな方向に拡散透過して出光していく光のうちで、光放出面の法線方向に対して角 θ 方向へ進行する光強度と定義される。

【0022】（光等方性拡散性層）光等方性拡散性層20は、前記透光性材料に光拡散剤（艶消剤）として、炭酸

カルシウム、シリカ、アルミナ、炭酸バリウム等の無機質微粒子、又は、アクリル樹脂等の樹脂ビーズ粒子を分散させたものが用いられ、その粒子の径は、略 $1\sim20\mu\text{m}$ 位のものが使用される。光等方拡散性層20は、前記透光性材料に前記光拡散剤を練り込んだ樹脂材料を押出成形、カレンダ成形等でシート化した、單一層として形成ものが使用できる。また、前記透光性材料のシート（又は板）上に、前記透光性材料を結合剤（バインダー）として、これに前記光拡散剤を分散させた塗料を塗工形成して使った2層構成物でもよい。さらに、前記透光性材料のシート（又は板）の表面を、サンドblast、エンボス賦形加工等によって、中心線平均粗さ $1\sim20\mu\text{m}$ の微小凹凸（砂目等）を形成したものでもよい。

【0023】図7～図10は、レンチキュラーレンズと光等方拡散性層との層構成を示す図である。レンチキュラーレンズ10と光等方拡散性層20とを積層して使用する場合には、レンチキュラーレンズ10が観察側、光等方拡散性層20が光源側の場合（図7、図9）と、その逆側の場合がある（図8、図10）。このとき、レンチキュラーレンズ10の単位レンズ部12が観察側であっても【図7（A）～図10（A）】であっても、単位レンズ部12が光源側であってもよい【図7（B）～図10（B）】。また、光等方拡散性層20は、シート（又は板）状のもの（図7、図8）でもよいし、光等方拡散性層20'のように、レンチキュラーレンズ10に直接塗工した膜状のもの（図9、図10）でもよい。

【0024】（直下型の面光源の実施例）図18は、本発明による面光源の第1の実施例（直下型）を示した断面図、図19は、図18の実施例の透過光強度を説明する線図である。直下型の面光源30は、ケース31内に、蛍光灯などの線光源32が設けられており、ケース31の開口側に、レンチキュラーレンズ10と光等方拡散性層20を設けたものである。光等方拡散性層20の透過光強度 $I_1^1(\theta)$ は、 \cos 分布であって、図19（A）に示すようになる。一方、レンチキュラーレンズ10は、線光源32から入射する光を屈折させかつ2方向に分割させる働きをし、その透過光強度 $I_2^1(\theta)$ は、図19（B）のようになる。従って、この面光源30の透過光強度 $I_3^1(\theta)$ は、両者を重ね合わせたものであって、 $I_3^1(\theta) = I_1^1(\theta) \times I_2^1(\theta)$ となり、図19（C）に示すような形となる。

【0025】（エッジライト型の面光源の実施例）図20は、本発明による面光源の第2の実施例（エッジライト型）を示す断面図、図21は、導光板の特性を説明するための図、図22は、図20の実施例の透過光強度を説明する線図である。エッジライト型の面光源40は、導光板41の下面に、反射層42が形成されており、導光板41の上面に、レンチキュラーレンズ10及び光等方拡散性層20が配置されている。また、導光板41の

側端面の両側には、それぞれ光源43、反射膜44、照明カバー45が設けられている。

【0026】導光板41の入射角*i*が臨界角*i_c*よりも大きい場合には、図21（A）に示すように、光線は、導光板41内を全反射しながら伝播するのみであって、放出面41aからの透過光はない。一方、入射角*i*が臨界角*i_c*よりも小さい場合には、図21（B）に示すように、導光板41の放出面41aの側界面において、光線の一部は、反射（導光板41内を伝播）し、残りは透過して放出される。また、実際の導光板41では、図21（C）に示すように、他方の端面に光源43'を置くか、または光反射層42'を設けることにより、導光板41の内部を光線が双方向に伝播し、又は、定在波を形成するように設計するために、放出面41aからは、図21（D）に示すように、法線に対して左右対称な±θ方向に光が放出される。この角度は、 $\theta = 60^\circ$ 及び $\theta = -60^\circ$ 方向に鋭いピークを持つことが知られている。よって、これを観察者のいる法線方向近傍に偏向させるために、レンチキュラーレンズ10を用いて光線を屈折させ、最適な法線方向（例えば、直角 $\alpha = 90^\circ$ のときには、図11に示すように $\theta = 30^\circ, -30^\circ$ となる）の2方向光線になおすようとする。よって、直下型又はエッジライト型のいずれの面光源の場合にも、放射面から出る光は、放出面の法線に対して、左右対称な2方向にピークをもつ角度分布となる（図11）。しかし、これではまだ、均一な面光源とはいはず、また、観察者のいる法線方向が暗くなるために、さらに、光等方拡散性層（遮消透明層）20を組み合わせることによって、法線方向にゆるやかなピークをもち、かつ、通常、観察者にとって必要とされる左右 $30\sim100^\circ$ の範囲内のみに拡散光を発する面光源を得ることができる。

【0027】この面光源40は、直下型の面光源30と比較して、導光板41から透過する光が、法線方向でなく、法線に対して左右対称な2方向、例えば、±63°となるために、光等方拡散性層20、レンチキュラーレンズ10とともに、透過光強度 $I^1(\theta)$ は、この2方向の透過光に対して、対称軸が法線方向に各々±63°回転した分布となり【図22（A）、（B）】、これらが、さらに、合成 $(I^1(\theta))$ され、面光源40の透過光強度 $I^1(\theta)$ となる【図22（C）、（B）】。なお、図16、図17は、このうち $\theta = +63^\circ, -30^\circ$ 方向の透過光強度 $I^1(\theta)$ のみを図示したものである。このとき、図22（B）のピークのA、BがサイドロープA'、B'の原因となる。単位レンズ部12の頂角 α を $\alpha \geq 95^\circ$ とすることによって、サイドロープA'、B'を著しく減衰させることができる。

【0028】（光反射層の実施例）図23は、エッジライト型の面光源に用いられる光反射層の実施例を示す図である。光反射層42は、光を拡散反射させる性能を持

つ層であって、以下のように構成することができる。

① 図23(A)のように、導光板41の片面に、高遮蔽性かつ白色度の高い顔料、例えば、二酸化チタン、アルミニウム等の粉末を分散させた白色層42Aを塗装などによって形成する。

② 図23(B)のように、導光板41の片面に、サンドライト加工、エンボス加工等によって艶消微細凹凸41aを形成し、さらに、アルミニウム、クロム、銀等のような金属をメッキ又は蒸着等して、金属薄膜層42Bを形成する。

③ 図23(C)のように、図22(A)と同様な白色層42A'（ただし、遮蔽性は低くてもよい）に、金属薄膜層42Bを形成する。

④ 図23(D1), (D2)のように、網点状の白色層42A"に形成し、光源43から遠ざかるに従って面積率を増やして、光源43の光量が減衰するのを補正するようにしてもよい。

【0029】図18, 図20に示した面光源30, 40は、公知の透過型の液晶表示素子の背面に配置することによって、液晶表示装置として使用することができる。

【0030】

【発明の効果】以上詳しく述べたように、本発明によれば、光の損失、迷光（光ノイズ）の原因となっているサイドローブの強度を大幅に減衰させることができ、限られた角度範囲内（法線方向を中心として左右30°～100°）に均一等方性の高い光を集中させることができた。したがって、面光源として使用する場合には、消費電力や発熱量を増大させることなく、明るい面発光を得ることができる。このとき、光の拡散角及び拡散角内の光強度の均一等方性は、従来と略等しい水準を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレンチキュラーレンズの第1の実施例を示す斜視図である。

【図2】本発明によるレンチキュラーレンズの第2の実施例を示す斜視図である。

【図3】実施例に係るレンチキュラーレンズの単位レンズ部の頂角を説明するための図である。

【図4】実施例に係るレンチキュラーレンズの単位レンズ部の頂角を説明するための図である。

【図5】拡散角を説明するための図である。

【図6】透過光強度 $I^i(\theta)$ を説明するための図である。

る。

【図7】レンチキュラーレンズと光等方拡散性層との組合せを示す図である。

【図8】レンチキュラーレンズと光等方拡散性層との組合せを示す図である。

【図9】レンチキュラーレンズと光等方拡散性層との組合せを示す図である。

【図10】レンチキュラーレンズと光等方拡散性層との組合せを示す図である。

【図11】透過測定の結果（頂角90度のレンチキュラーレンズ）を示す線図である。

【図12】透過測定の結果（光等方拡散性層）を示す線図である。

【図13】透過測定の結果（頂角90度のレンチキュラーレンズと光等方拡散性層との組合せ）を示す線図である。

【図14】透過測定の結果（頂角100度のレンチキュラーレンズと光等方拡散性層との組合せ）を示す線図である。

【図15】透過測定の結果（頂角110度のレンチキュラーレンズと光等方拡散性層との組合せ）を示す線図である。

【図16】透過測定の結果（入射角63度）を示す線図である。

【図17】透過測定の結果（入射角30度）を示す線図である。

【図18】本発明による面光源の第1の実施例（直下型）を示した断面図である。

【図19】図18の実施例の透過光強度を説明する線図である。

【図20】面光源の第2の実施例（エッジライト型）を示した断面図である。

【図21】導光板の特性を説明するための図である。

【図22】図20の実施例の透過光強度を説明する線図である。

【図23】エッジライト型の面光源に用いられる光反射層の実施例を示す図である。

【符号の説明】

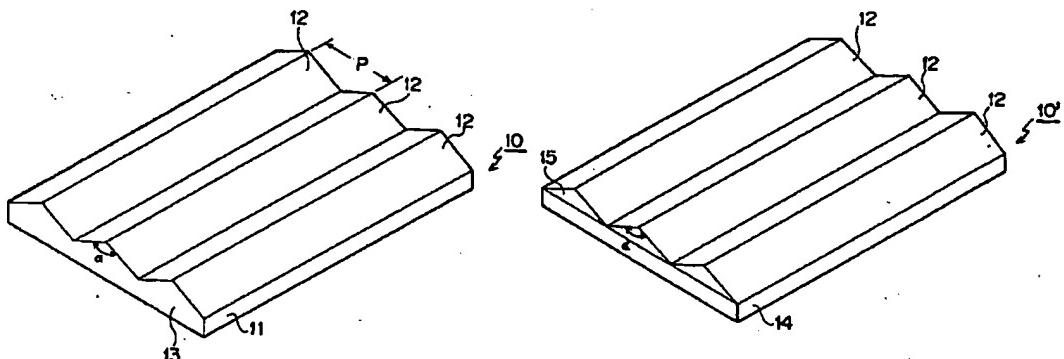
10 レンチキュラーレンズ

11 透光性基材

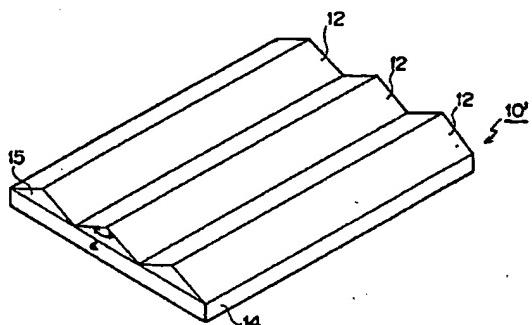
12 単位レンズ部

20 光等方拡散性層

【図 1】



【図 2】

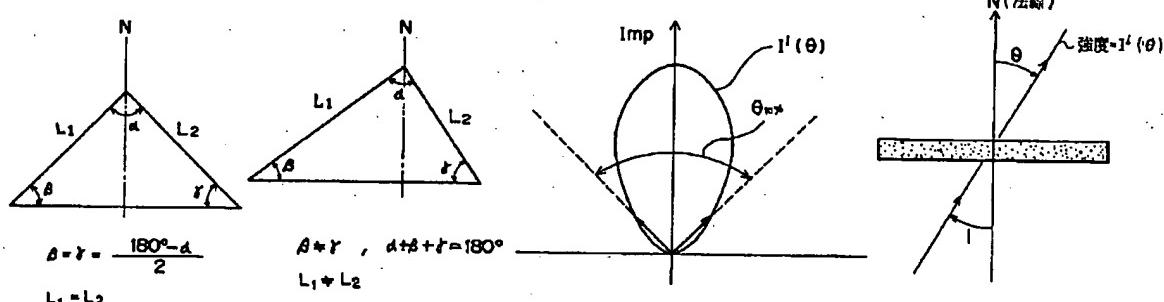


【図 3】

【図 4】

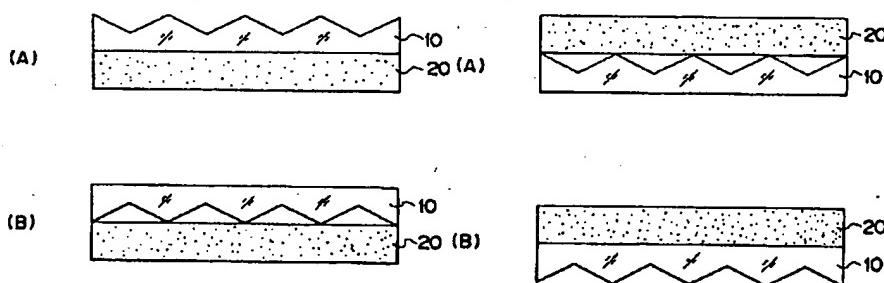
【図 5】

【図 6】



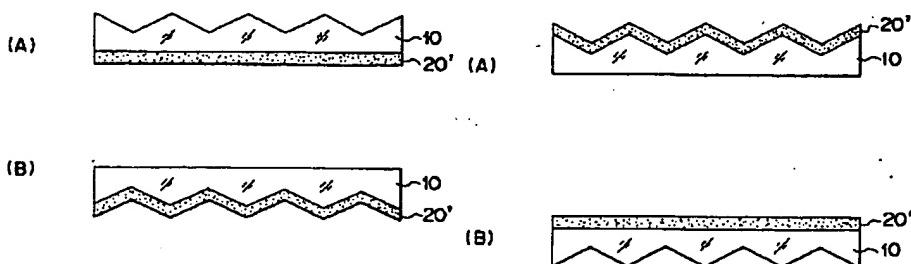
【図 7】

【図 8】

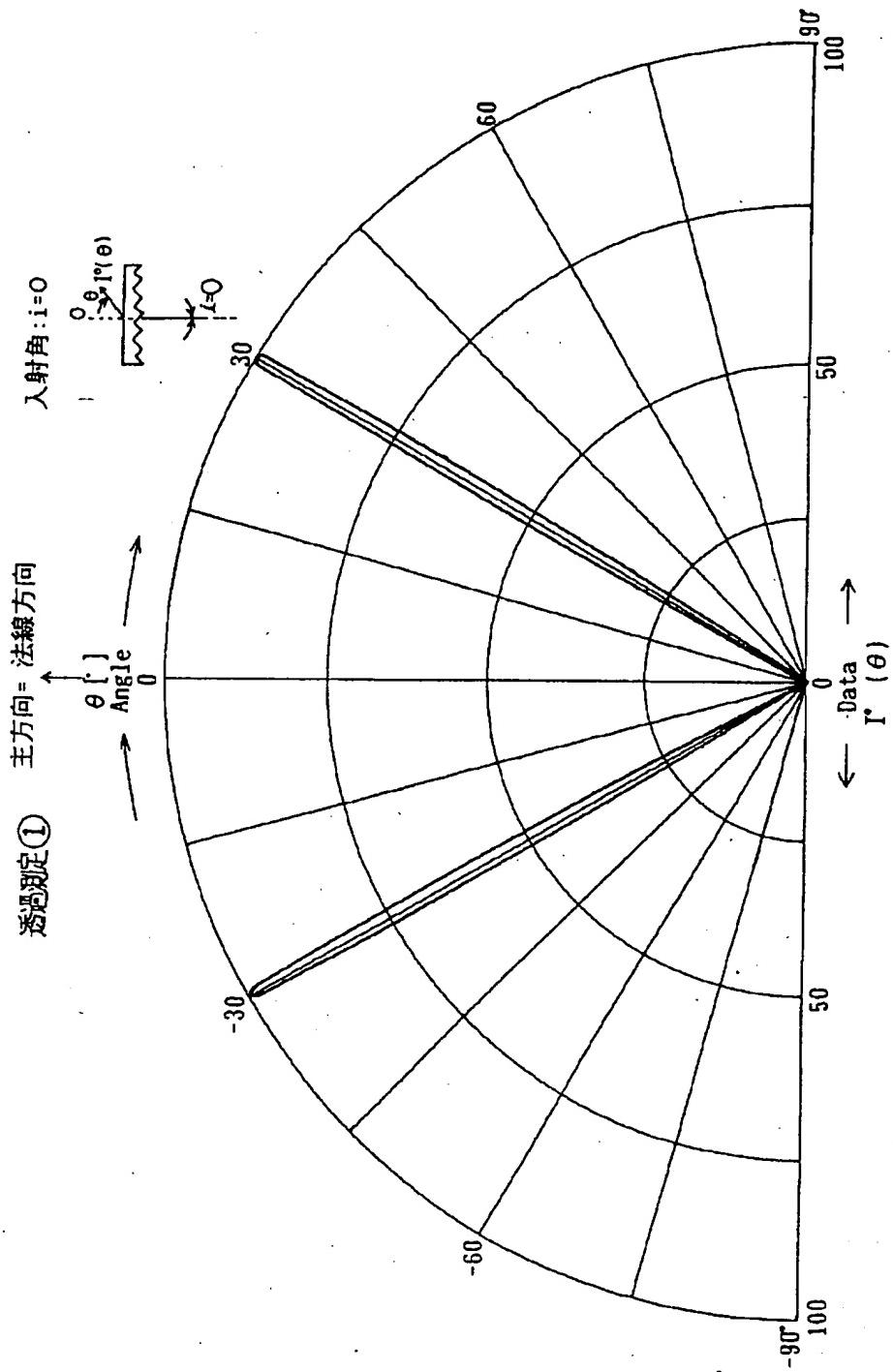


【図 9】

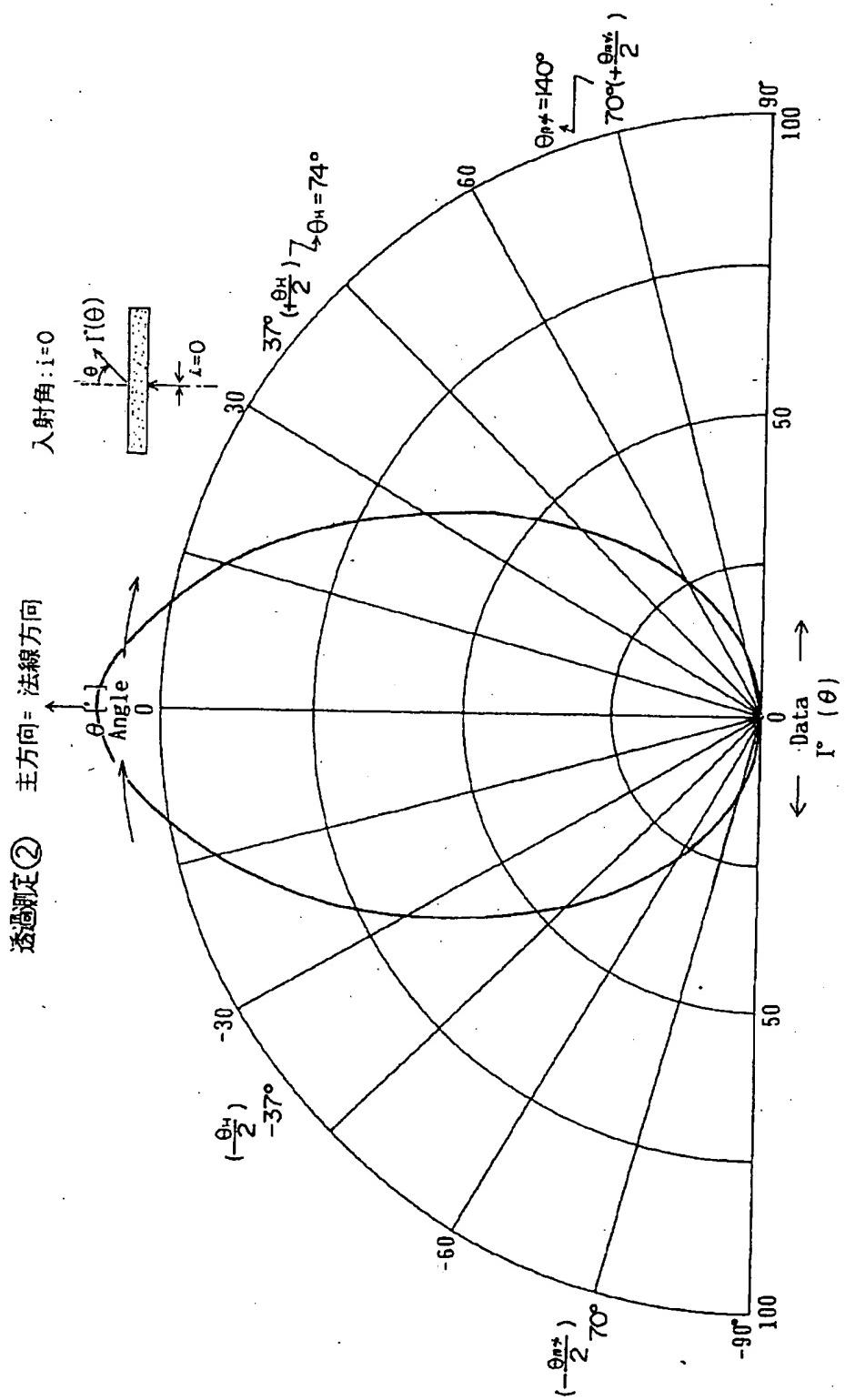
【図 10】



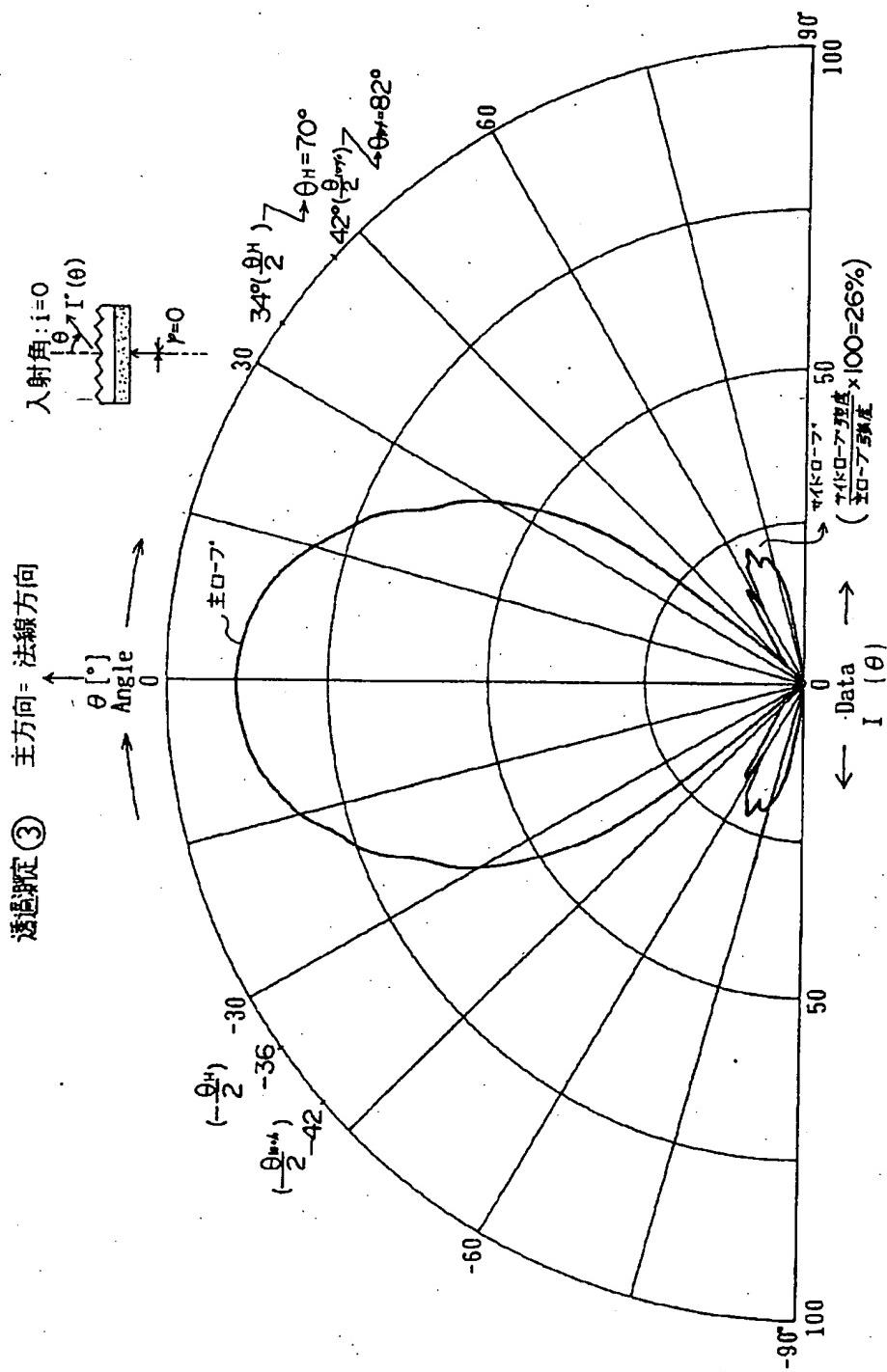
【図11】



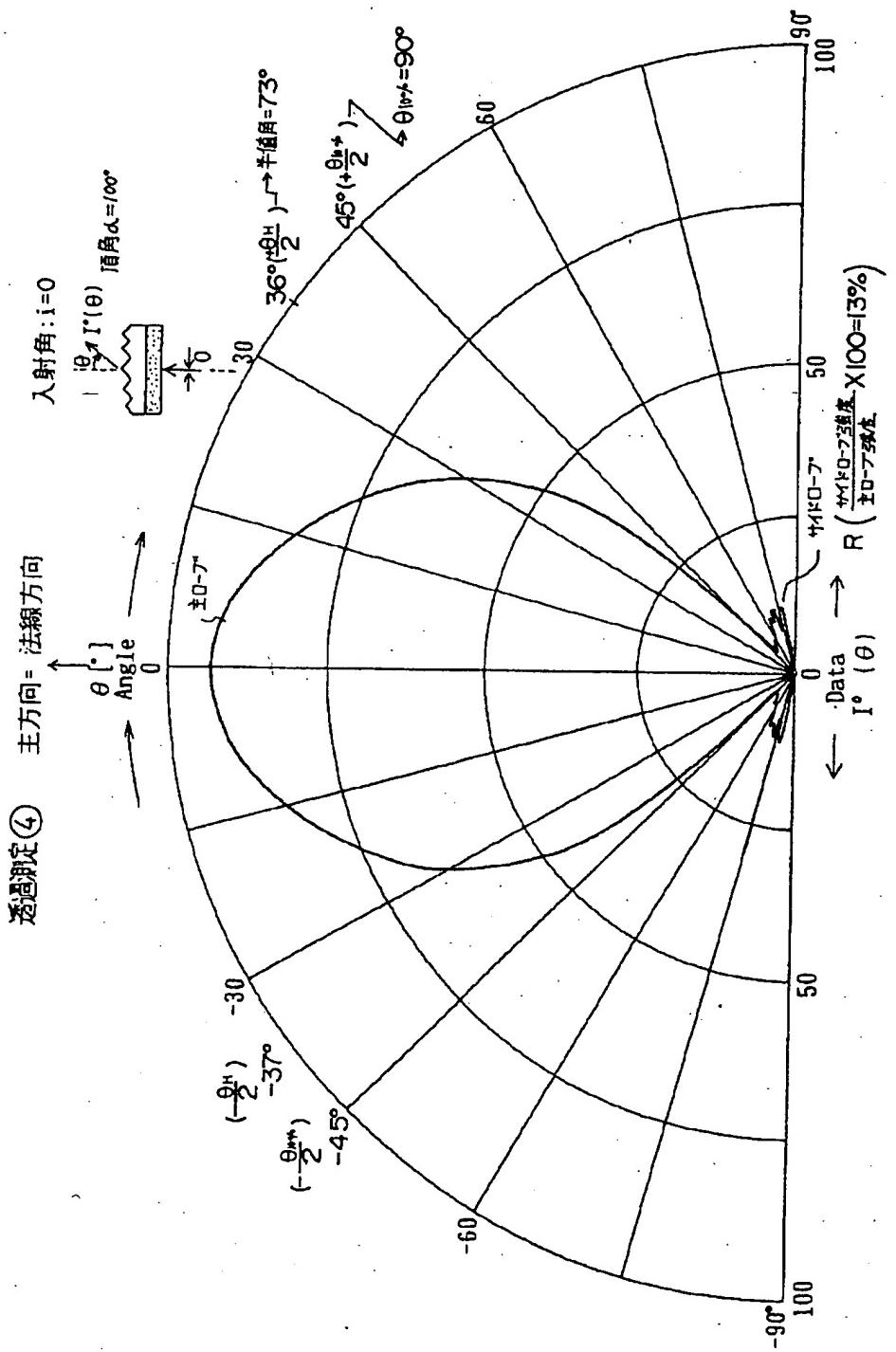
【图1·2】



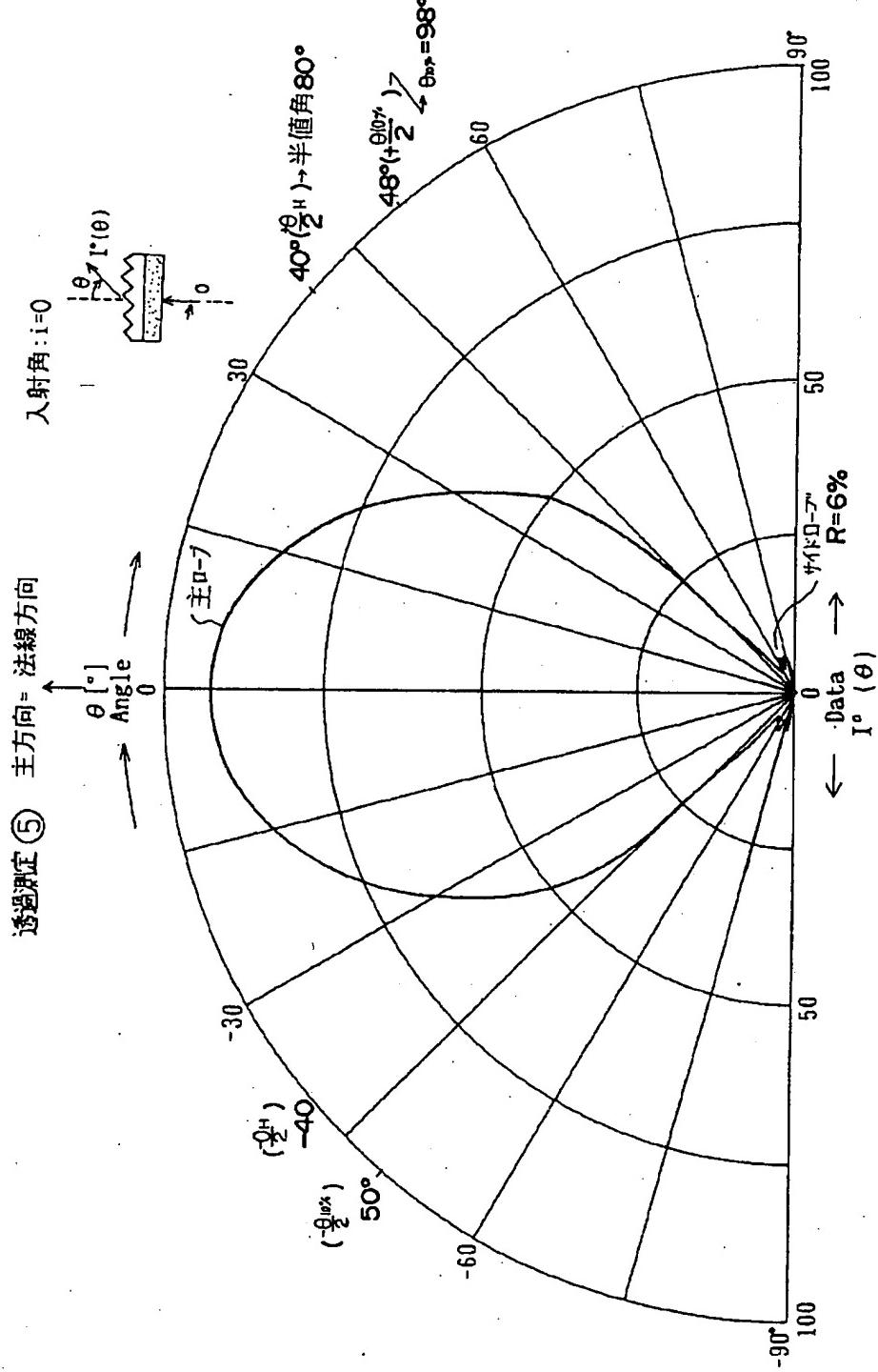
【図13】



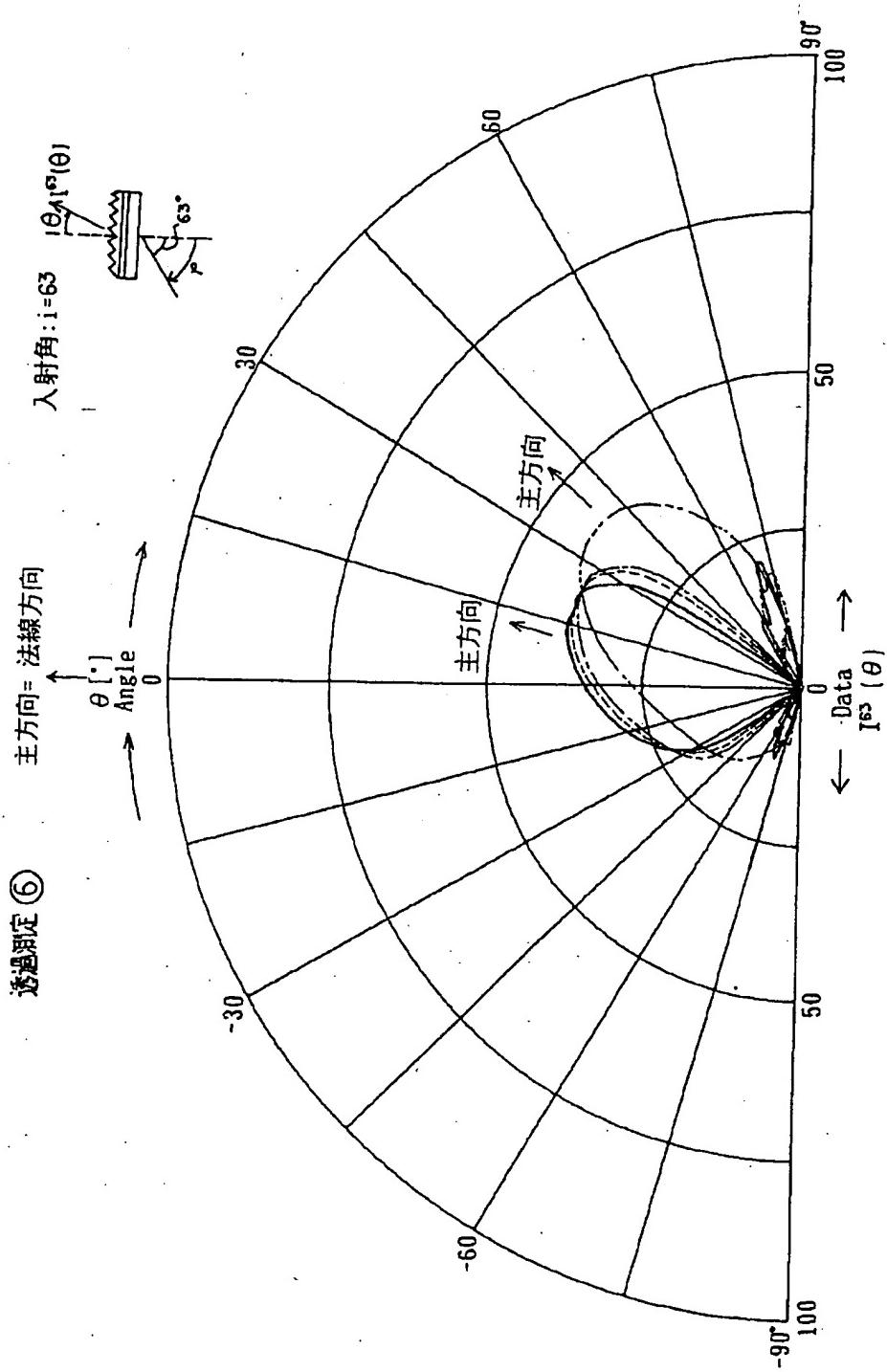
【图14】



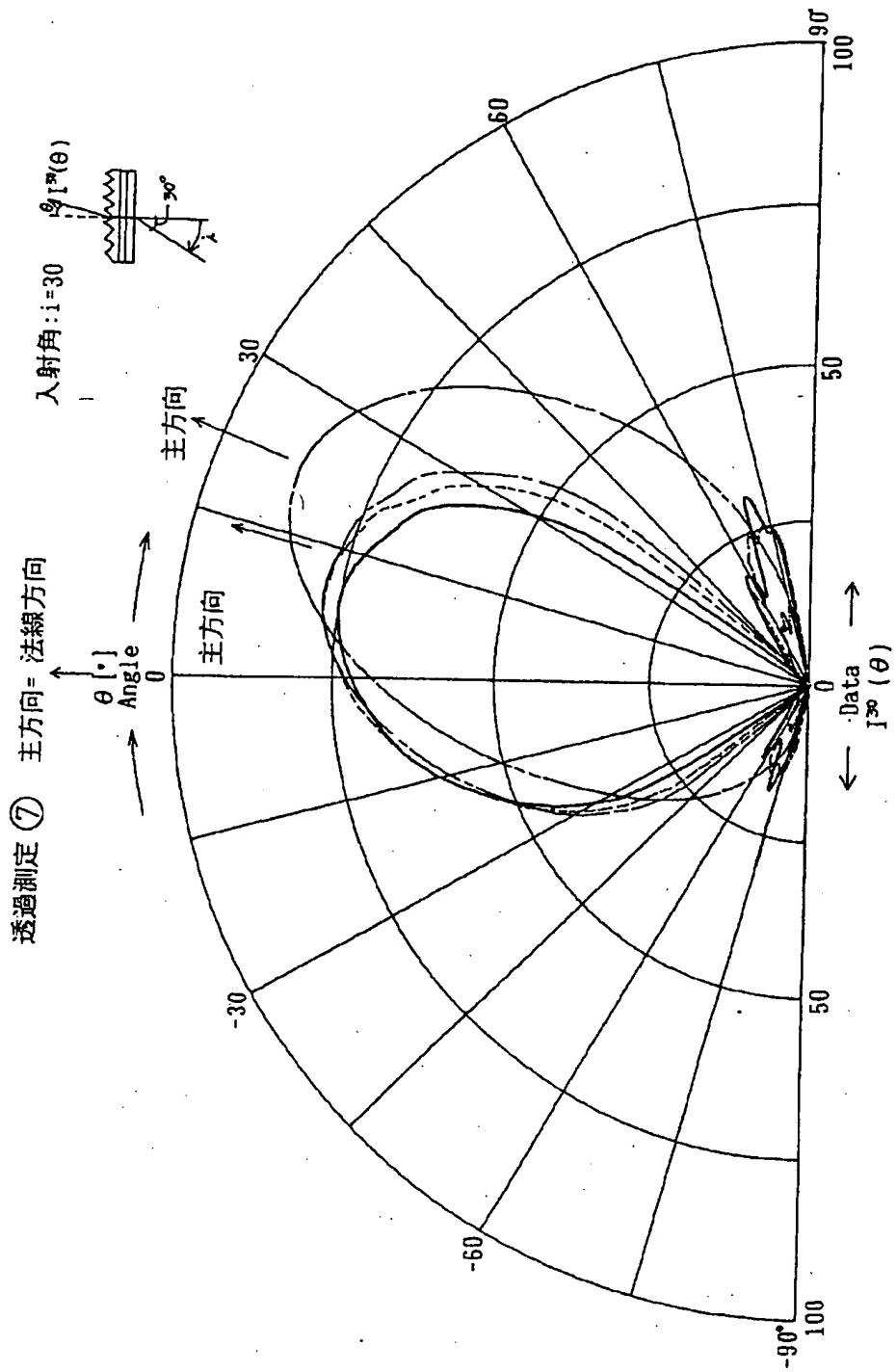
【図15】



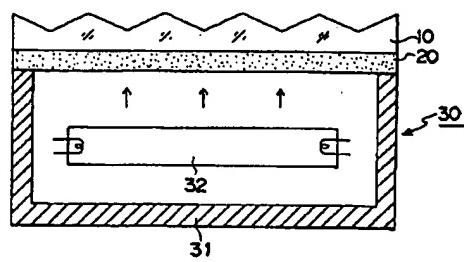
【図16】



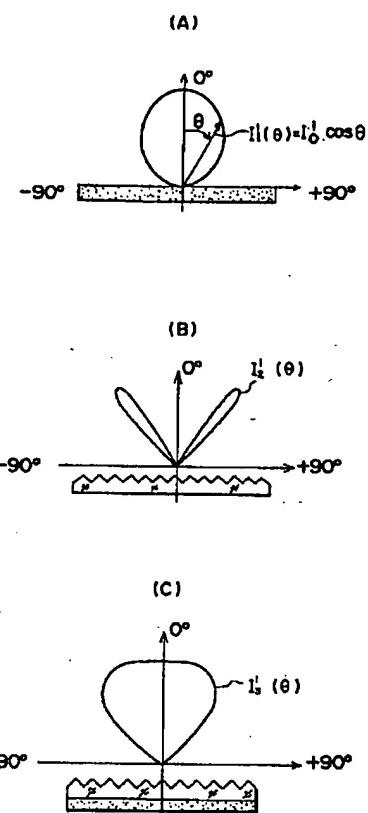
【図17】



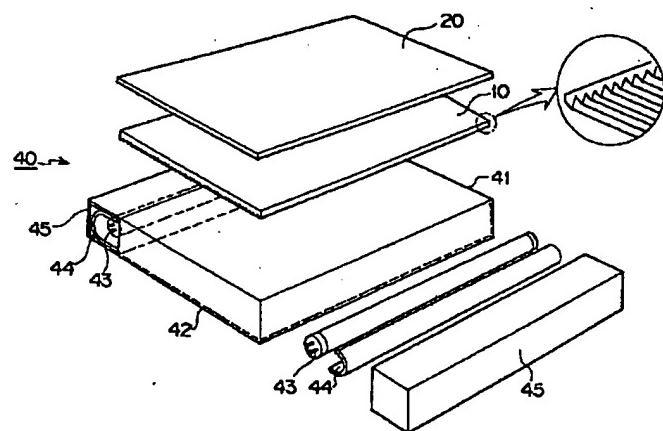
【図18】



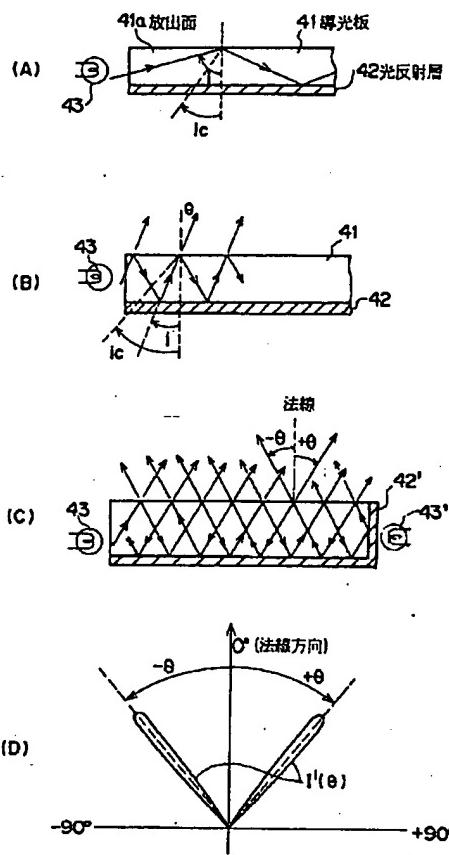
【図19】



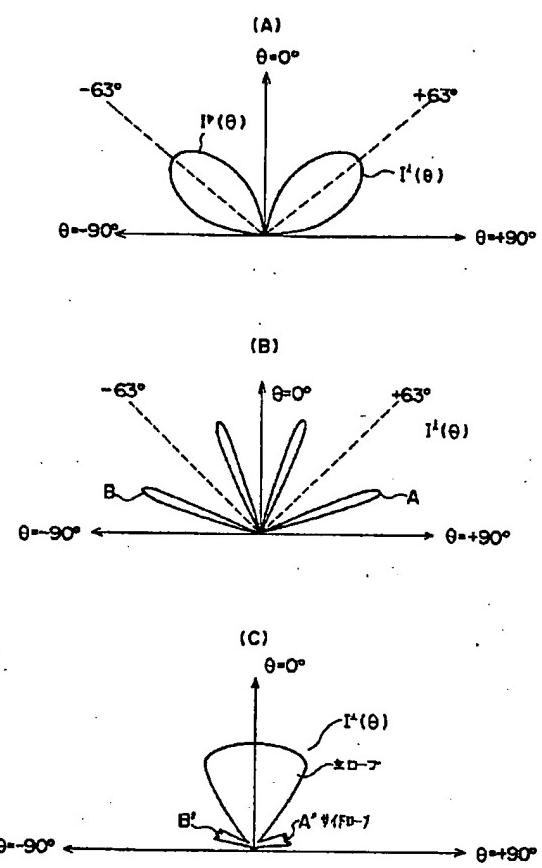
【図20】



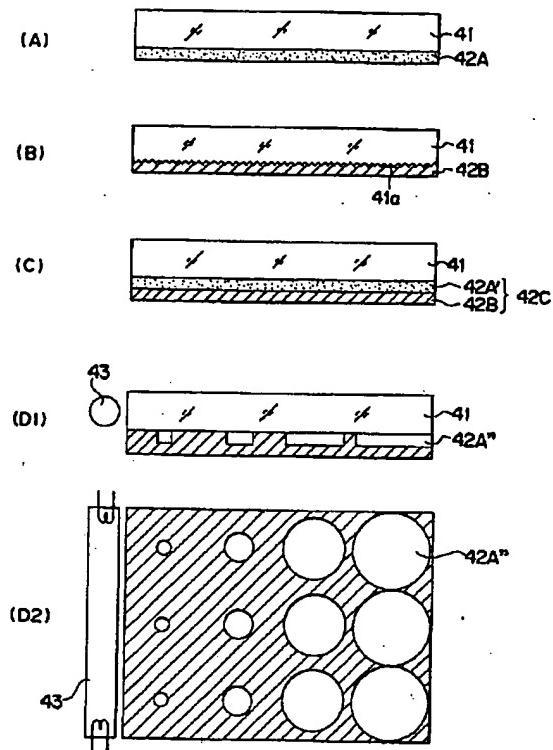
【図 2 1】



【図 2 2】



【図23】



フロントページの続き

(72)発明者 増淵 賴

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内